This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

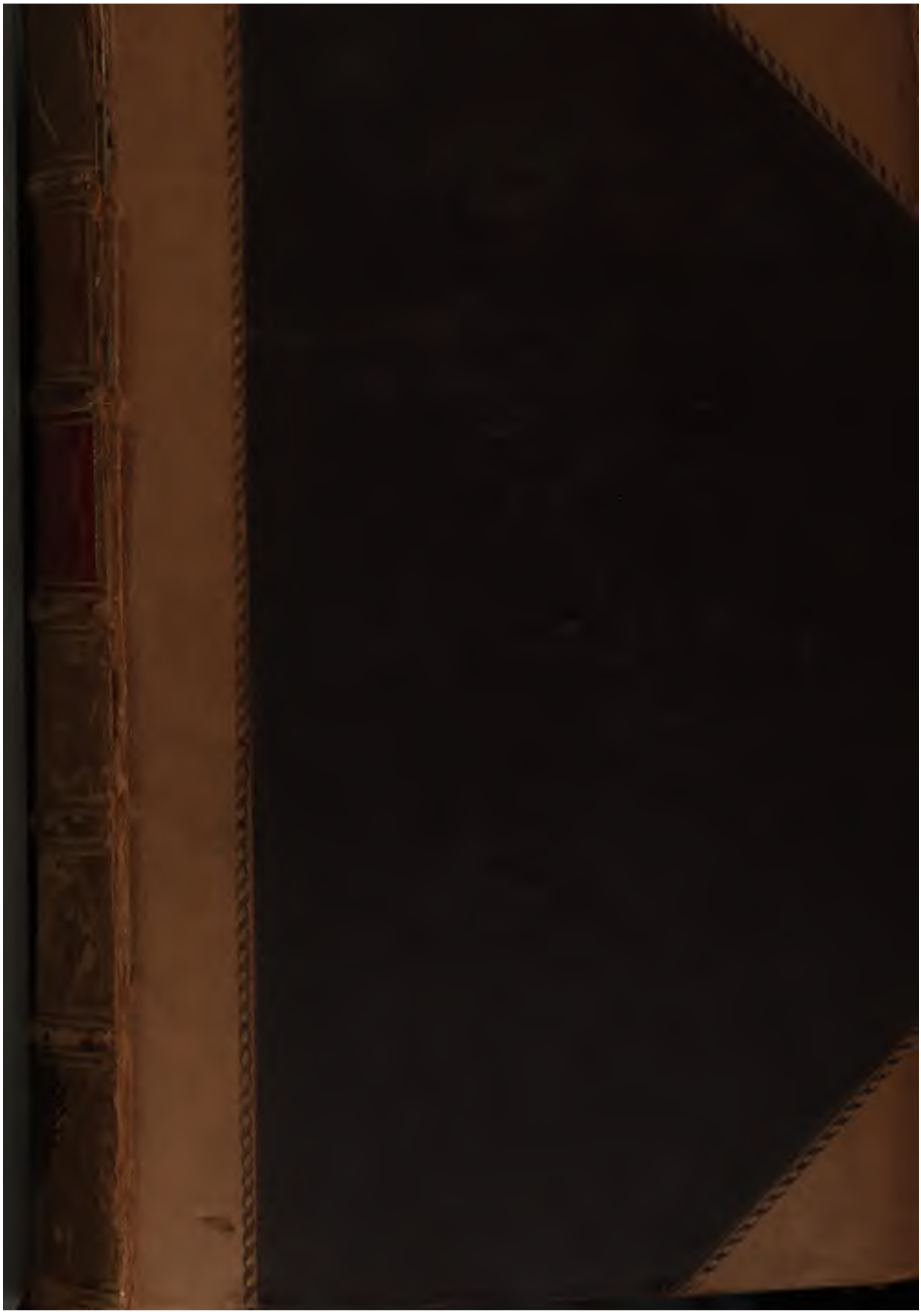
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



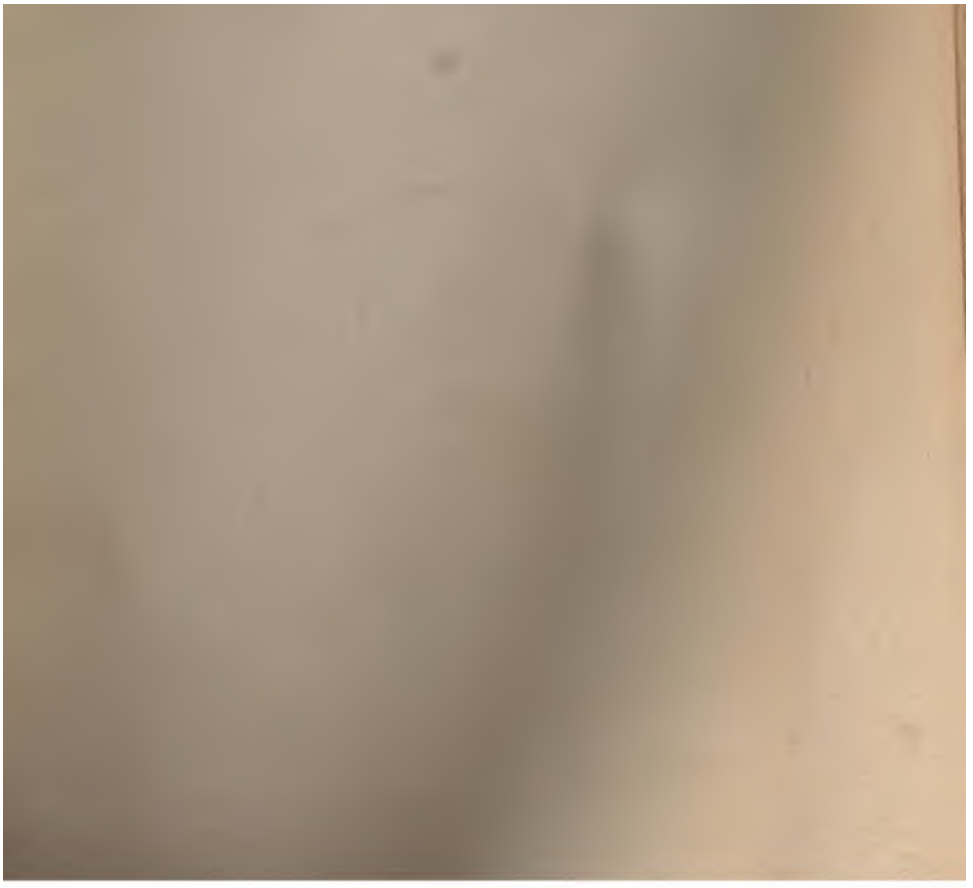
600020133F

G. 127. 7. 2.

E. BIBL. RADCL.

~~4 B. 18~~

1666 d. 119/2



Lehrbuch

der

Physiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Zweiter Band.

Erste Abtheilung.

Lehrbuch

der

hysiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Von

Dr. G. Valentin,

ordentl. Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern.

Zweiter Band.

Erste Abtheilung.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1847.

Inhalt

des zweiten Bandes.

Erste Abtheilung.

	Seite
Specielle Physiologie. Zweite Abtheilung. Die Lehre vom Nervenleben	1 — 420
Bewegung	10 — 346
I. Bewegung der Gewebtheile	13 — 149
1. Brown'sche Molecularbewegung	13 — 19
2. Flimmerbewegung	19 — 38
3. Regungen der entwickelten Samengebilde	38 — 44
4. Bewegungen einzelner Zellen	44 — 45
5. Verlängerung der reizbaren Fasergewebe	45 — 149
II. Allgemeine Mechanik der Bewegungswerkzeuge	149 — 199
III. Allgemeine Maaßbestimmungen der Bewegungswerkzeuge	119 — 267
IV. Thätigkeit der einzelnen Muskelgruppen des Menschen	267 — 330
V. Stellungsverschiedenheiten des menschlichen Körpers	330 — 346
Sinne und Sprache.	
1. Acustische Vorbegriffe	347 — 362
2. Stimmbildung	362 — 392
3. Sprache	392 — 420

Zweite Abtheilung.

Specielle Physiologie. Zweite Abtheilung. Die Lehre vom Nervenleben. (Fortsetzung.)	5 — 731
Sinnesempfindungen	5 — 322
I. Sehen	14 — 239
1. Schutz- und Richtungswerkzeuge des Augapfels	14 — 43
2. Optische Vorbegriffe	43 — 88
3. Wahrnehmung der äußeren Gegenstände	88 — 223
4. Subjective Gesichtserscheinungen	223 — 239
II. Hören	239 — 276
III. Riechen	276 — 293

IV. Schmecken . . . . . 293 —
V. Taſtſinn . . . . . 306 —
Nerventhätigkeit . . . . . 323 —
1. Peripheriſche Nervengebilde . . . . . 325 —
2. Rückenmark und Gehirn . . . . . 445 —
3. Allgemeine Nervenlehre . . . . . 589 —

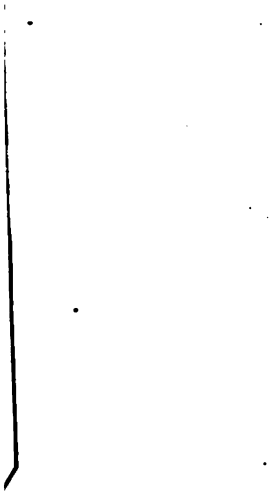
Dritte Abtheilung.

Specielle Phyſiologie. Dritte Abtheilung. Die Lehre von Zeugung und Entwickelung . . . . . 5 —
1. Zeugung . . . . . 5 —
2. Entwickelung . . . . . 58 —
Erklärung der Kupfertafeln . . . . . 289 —
Regiſter . . . . . 292 —
Verbeſſerungen . . . . . 315 —

Specielle Physiologie.

Zweite Abtheilung.

Die Lehre vom Nervenleben.



Ein Stoffwandel, der die Theile passend vergrößert und den Bestand 1912
r Gewebe, die ihre völlige Ausbildung erreicht haben, für längere Zeit
hält, beherrscht das Leben der Pflanzen und der Thiere. Beide Arten
rganischer Wesen bauen ihr Gerüst von selbst unter gewissen gegebenen
Bedingungen auf. Sie schaffen sich die Verbindungen, die sie zu ihrem
Wachsthume, ihrem Bestehen und den hiermit verknüpften Ausgaben nö-
thig haben. Dieser zweckmäßige Wechsel der Bestandtheile unterscheidet
die lebenden Wesen von den todten Körpern der organischen und unor-
ganischen Welt (Bd. I. §. 28 fgg.).

Die Lebensäußerungen der Gewächse weichen in wesentlicher Art von 1913
enen der Thiere ab. Die der Außenwelt passiv hingegebene und meist an
ihren Ort gebannte Pflanze muß, was ihr der Zufall der Nebenbedin-
gungen bereitet, ohne Weiteres ertragen. Wachsthums- und einzelne
unselbstständige Bewegungserscheinungen können höchstens einen oft nutz-
losen Widerstand verrathen. Die Kluft zwischen Leben und Tod ebenet
sich hier durch die Ohnmacht, die keinen herannahenden Feind anzeigt,
seine Schädlichkeit vermeiden und jede Verletzung ungehindert wirken läßt.
Die Pflanze stirbt gewöhnlich nicht plötzlich ab. Viele ihrer einzelnen
Stücke können, wie losgelöste Glieder einer Kette, ihr Dasein behaupten.
Neues Leben erwacht häufig aus starren Theilen, in denen der Stoffwan-
del seit langer Zeit still gestanden hat.

Das erste Merkmahl der Thierwelt liegt in jener höheren Selbstbe- 1914
timmung, die nicht nothwendig von Einflüssen der Umgebung abhängt
nd die wir daher mit dem Namen des Willens bezeichnen. Das We-
en, das sich dieses Vorzuges erfreut, braucht nicht immer unbedingt den
Verhältnissen, denen es ausgesetzt ist, zu gehorchen. Es kann ihre Ein-
üsse beurtheilen, ihre Wirkungen aufsuchen oder fliehen, begünstigen oder
emmen. Die ihm verliehene Freiheit ist im Stande, neue Bedingungen
hne fremde Veranlassung zu schaffen, gegebene Zustände zu verbessern
nd sich mit der übrigen Welt in eine Wechselwirkung, die keiner Pflanze
nd keinem Steine zukommt, zu setzen. Mögen auch viele niedere Thiere
en größten Theil ihres Lebens an bestimmte Orte gebunden sein, andere
ich in einzelnen Gliedstücken erhalten und durch sie vergrößern, noch an-
ere endlich nach langer Erstarrung zu neuem Leben erwachen, so sondert

sie doch ihre Selbstbestimmung auf eine durchgreifende Weise von den Gewächsen, an die nur einige untergeordnete Eigenschaften erinnern.

1915 Dieser Adel der Thierwelt fußt auf einer eigenthümlichen Art von Werkzeugen, auf den Nervenmassen. Kleine, dem freien Auge unkenntliche Gewebtheile, die Nervenkörper, empfangen die Eindrücke und erlassen die Befehle, die sich auf die sichtlichen Veränderungen der meisten übrigen Gebilde beziehen. Selbst das Denken der Menschen bedarf ihrer Vermittelung. Sind die Werkzeuge, die ihm dienen, zerstört, so kann zwar noch das übrige Räderwerk fortarbeiten; der geistige Lichtstrahl aber, der sich sonst vielseitig auf alle Gebiete der Erkenntniß ergoß, entbehrt jetzt der Brechung, die ihn erst der irdischen Anschauung zugänglich macht.

1916 Fäden von solcher Dünne, daß nur das Vergrößerungsglas ihre Durchmesser erkennen läßt, durchziehen den Thierkörper in tausendfachen Bahnen, um jene Mittelpunkte der Nervenwirkung von Allem, was an jedem Orte vorgeht, zu unterrichten und Alles ihren Einflüssen zugänglich zu machen. Die Schnelligkeit eines Augenblicks reicht hin, um den entferntesten Theil mit den ihn beherrschenden Nervenkörpern mittelst der Nervenfasern zu verbinden. Wille und Ausführung können daher fast in Eins zusammenfallen.

1917 Wären die Thiere wie die Pflanzen gebaut und hätten sie nur die Nervenmassen als Zugabe erhalten, so würde schon der Grundunterschied, der beide organische Reiche trennt, vorhanden gewesen sein. Die Gewebe und die Thätigkeiten der thierischen Geschöpfe unterscheiden sich aber noch durch viele andere wesentliche Merkmahle von denen der Gewächse. Eine größere Weichheit tritt an die Stelle des Starren, welches das Pflanzenreich durchdringt und es um so eher bei seinen passiven Verhältnissen beschützt. Die thierische Masse ist leichter verletzbar. Ihre Nervengebilde können sie aber auch häufiger vor Schädlichkeiten bewahren.

1918 Die Werkzeuge, die hier dem Stoffwandel dienen, können sich eher verändern, weil sie von Nervenmassen beherrscht werden. Ihre Wirkung erhöht oder erniedrigt sich, paßt sich den Außenverhältnissen an und verstärkt sich nicht selten durch das gleichzeitige Spiel anderer Theile, die sonst nicht in Anspruch genommen zu werden pflegen. Bewahren auch noch immer die Gesetze der Physik und Chemie ihre gewohnten Rechte, so ändern sich doch die Bedingungen, denen sie gehorchen, unter den geringsten Veranlassungen und in den leisesten Uebergängen. Eine unendliche Reihe von Tönen, die in den zartesten Abstufungen wechseln, ist auf diese Weise dem thierischen Körper möglich geworden.

1919 Mußte sich die mit keinen Nerven ausgerüstete Pflanze auf Stoffwechsel und Zeugung beschränken, so konnte noch eine Reihe höherer Thätigkeiten dem Thiere verliehen werden. Empfingen seine Nervenkörper Eindrücke, die einzelne andere Gewebtheile ursprünglich treffen, so lag es nahe, diese Fähigkeit zur Erkenntniß der Außenwelt zu benutzen. Die Sinne bildeten auf diese Weise eine Klasse von Werkzeugen, die ohne Nerven eine Unmöglichkeit, mit ihnen fast eine Nothwendigkeit waren. Die Selbstständigkeit des Thieres gewann durch sie in unberechenba-

rem Maaße. Ursprünglich physikalische Vorrichtungen, die für verschiedene Kraftäußerungen der Materie empfänglich sind, eröffnen sie durch ihre Nervenverbindungen eine neue Welt dem geistigen Blicke. Die Sicherheit des thierischen Wesens gewinnt durch ihre Hilfe nicht weniger, als die höheren Vorstellungen.

Wie aber die Sinne die Empfänglichkeit vielseitiger machen, so be- 1920
dingen die Bewegungswerkzeuge eine freiere Wirkung nach außen. Waren dem Thiere mechanische Mittel der Ortsveränderung, die an seinen Willen geknüpft sind, gegeben, so wurde ihm hierdurch ein nicht geringer Grad von Herrschaft verliehen. Die Passivität der Pflanzenwelt schwand zwar schon mit dem Auftreten der Nerventhätigkeit. Die Thiere konnten aber erst ihre volle Selbstständigkeit mit der Freiheit ihrer Bewegungen erreichen.

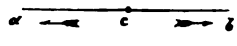
Die Lehre vom Nervenleben muß hiernach die Bewegungen, die 1921
Sinneserscheinungen und die Thätigkeiten der Nervenmassen betrachten. Einzelne Bewegungsverhältnisse hängen zwar nicht von den Nerven ab. Es ist aber unmöglich, sie von den übrigen verwandten Lebensäußerungen zu trennen, weil man noch nicht die Grenzlinien, die sie von ihnen scheiden, mit Genauigkeit anzugeben vermag.

Bewegung.

2 Wir verbinden gewöhnlich den Begriff der Unthätigkeit mit dem der Ruhe und den der Wirksamkeit mit den Erscheinungen der Bewegung. Eine nähere Betrachtung lehrt aber, daß gewisse Kräfte ihre Einflüsse in beiden Fällen ausüben müssen.

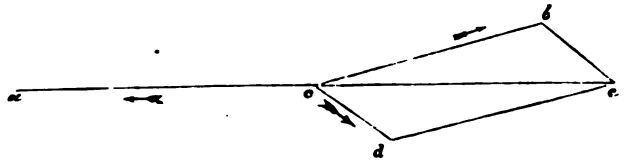
3 Denken wir uns die Theilchen einer Masse in dem Punkte *c* (Fig. 1.) vereinigt, so wird dieser seinen Platz behaupten, wenn die Kraft, die ihn von *c* nach *b* zieht, eben so groß, wie die, welche ihn von *c* nach *a* zu bringen sucht, ist. Der Punkt *c*, der den Massentheilchen eines Körpers entspricht, ruht also, wenn ihn gleich große, aber entgegengesetzte Kräfte beherrschen.

Fig. 1.



4 Stellen wir uns vor, daß er einer Reihe von Wirkungen, die ihn in verschiedenen Richtungen angreifen, ausgesetzt ist, so läßt sich das Verhältniß auf den eben ausgesprochenen Grundsatz mittelst des sogenannten Parallelogramms der Kräfte zurückführen. Wird der Punkt *c* (Fig. 2.) von den Einflüssen *ac*, *cb* und *cd*, die in der Richtung der

Fig. 2.



hinzugezeichneten Pfeile thätig sind, beherrscht, so können wir die beiden schiefen und theilweise entgegengesetzten Kräfte *cb* und *cd* auf eine Mittelkraft zurückführen. Wir vervollständigen *bcd* zu dem Parallelogramm *bcde*, so daß *be* der Linie *cd* und *de* der Linie *cb* gleich wird. Die Diagonale *ce* giebt dann eine Durchschnittsgröße, die den vereinten Wirkungen von *cb* und *cd* entspricht.

Man hat sich bis jetzt vielfach bemüht, diesen Grundsatz der Bewegungslehre auf streng mathematische Art zu beweisen. Die Leistungen blieben jedoch hinter den Foderungen, die man machen kann, zurück. Suchen wir uns daher die Sache auf dem Wege der Anschauung zu versinnlichen.

Wir vergleichen zwei Kräfte mit einander, wenn wir ihre Wirkungen auf dieselbe Zeiteinheit zurückführen. Bleiben alle Nebenbedingungen gleich und ist die eine in der Secunde mit 10 und die andere mit 5 thätig, so wissen wir, daß jene zwei Mal so groß als diese ausfällt. Wir können aber auch die Stärke der Wirkungen in entsprechenden

1929 Eine andere Art von Erscheinungen hängt mit den Eigenschaften der kleinsten Theile zusammen. Die Atome des Kochsalzes haften nur so lange an einander, als sie von denen des Wassers entfernt gehalten werden. Kommen sie aber mit diesen in Berührung, so siegt eine stärkere Anziehung. Das Salz löst sich auf und seine Atome verbinden sich mit denen des Wassers zu einer flüssigen Masse.

1930 Ist diese Bedingung erfüllt, so kann eine andere Anziehung noch tiefer eingreifen. Bringen wir salpetersaueres Silberoxyd hinzu, so wird die Anziehung des Chlors zum Natrium von der zu dem Silber überwunden. Es fällt Chlorsilber, das nicht von dem Wasser gehalten werden kann, nieder.

1931 Da es noch nicht gelungen ist, die von den Eigenthümlichkeiten der letzten Theile abhängigen Anziehungserscheinungen auf bestimmte Gesetze zurückzuführen, so entbehrt auch noch die Chemie jener Vollkommenheit, die sie einer mathematischen Behandlung fähig macht. Zufällige Erfahrungen können allein ihr Gebiet erweitern.

1932 Die Wärme liefert das deutlichste Beispiel, wie sich die Anziehungskräfte vermindern oder wie Abstoßungen und Einlagerungen von fremdartigen Atomentheilen ihren Wirkungskreis schmälern können. Die Körper dehnen sich dieser Eingriffe wegen in der Wärme aus. Der Widerstreit der gewöhnlichen Anziehungsverhältnisse und der Abstoßung, welche die Wärme bedingt, erzeugt auch vermuthlich einen Theil der schon Bd. I. §. 163. angeführten Ausnahmen des Mariotte'schen Gesetzes[1]) und die Abweichungen, die manche Erscheinungen der Haarröhrchenanziehung (Bd. I. §. 105 fgg.) unter verschiedenen Wärmeeinflüssen darbieten.[2])

1933 Licht, Elektricität und Magnetismus ändern ebenfalls oft die gewöhnlichen Anziehungskräfte in bestimmter Reihenfolge. Der Stellungswechsel der Atome kann hier nur meist aus Nebenwirkungen auf dem Wege der Wahrscheinlichkeitsgründe erschlossen werden.

1934 Wir haben so eine unendliche Reihe von Bewegungsursachen der letzten Bestandtheile aller Körper. Sie greifen auch tief in alle Erscheinungen des lebenden Organismus ein. Die Schwere beherrscht die Gesammtmasse und bestimmt die Hauptthätigkeiten der Hebel, welche die Ortsveränderungen einleiten. Die chemische Verwandtschaft vermittelt den Stoffwandel, der den Organismus im Gange erhält. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß manche der angeführten oder ihnen gleichwirkende Bewegungsursachen der Atome den Erscheinungen, die wir heute noch als lebendige Verkürzung der organischen Wesen bezeichnen, zum Grunde liegen. Wird auch z. B. die Zusammenziehung eines Muskels von dem durch die Nerven vermittelten Einflusse beherrscht, so kann doch die Längenverminderung der Muskelfasern selbst durch gewöhnliche Bewegungs-

[1]) E. Ritter, in den Mémoires de la Société de Physique et d'histoire naturelle de Genève. Tome XI. 1re Partie. Genève, 1846. 4. p. 99 — 114.

[2]) C. Brunner, De ratione, quae interfluidorum cohaesionem et calorem aliasque vires moleculares intercedit. Berolini, 1846. 4.

ltnisse der Atome bedingt werden. Die Nerventhätigkeit braucht es nöglich zu machen, daß sich ihr Gleichgewicht in einem bestimmten ıblicke in zweckmäßiger Weise ändert.

Die Lehre von der Bewegung muß sich mit drei verschiedenen Haupt- 1935
en von Erscheinungen beschäftigen. Die eine umfaßt die der Ge-
heile, die hier in Betracht kommen, die zweite die mechanischen
ichtungen, deren sich die Bewegungswerkzeuge des Menschen
lgemeinen erfreuen, die dritte endlich die Bestimmung der ein-
n Muskeln und der anderen, der Ortsveränderung dienenden Ge-
Wir werden aber noch untergeordnetere Abtheilungen der leichte-
eberſichtlichkeit wegen annehmen.

I. Bewegungen der Gewebtheile.

1. Brown'sche Molecularbewegung.

Gleichen hatte schon im vorigen und Gruithuisen zu Anfang 1936
egenwärtigen Jahrhunderts bemerkt, daß sich sehr kleine, nur unter
Mikroskope wahrnehmbare Körper, die von einzelnen thierischen Ge-
stammen, in manchen Flüssigkeiten fortwährend bewegen. Robert
on[1]) lenkte auf diesen Gegenstand die allgemeine Aufmerksamkeit und
daß die Erscheinungen an Bruchstücken von Mineralien eben so gut,
n denen von organischen Theilen wiederkehren. Sie müssen nur
sehr geringen Umfang haben und in einer Flüssigkeit, die sie nicht
chwebend erhalten werden. Keine stärkere Anziehung darf überdieß
Regungen siegreich in den Weg treten.

feine Pulver harziger Massen, z. B. von Stinkasand, zeigen die 1937
testen Bewegungen. Die kleinen Krystalle kohlensaueren Kalkes,

Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 4, die wir in dem Gehörsande oder in den Gehörsteinen des Menschen und der höheren Wirbelthiere, sowie in den Hüllen des Gehirns und des Rückenmarkes der meisten Amphibien antreffen, und die Pigmentmolecüle, welche die dunkele Färbung der Pigmentzellen, Fig. 5.,

zen, eignen sich unter allen Gewebtheilen am Besten, das Ganze zur anung zu bringen. Man braucht sie nur mit Wasser zu vermischen, ogleich die mannigfachsten Ortsveränderungen der mechanisch ver-
en Festgebilde unter stärkeren Vergrößerungen wahrzunehmen.

Die kleinsten Krystalle des Gehörsandes des Menschen oder der Kalk- 1938
en der Frösche, die nur $^1/_{1000}$ bis $^1/_{500}$ Millimeter messen, schwingen

---

[1]) Robert Brown, Vermischte botanische Schriften, herausgegeben von C. G. Nees von Esenbeck. Bd. IV. Nürnberg, 1830. 8. S. 141 — 164.

am lebhafteſten. Größere, deren Längenachſe drei Mal ſo bedeutend iſt, können auch noch unruhig werden. Es kommt dagegen ſeltener vor, daß ſolche, die $^1/_{125}$ Millimeter lang ſind, an den Ortsveränderungen Theil nehmen. Zufällige Nebenverhältniſſe, wie ſtärkere Strömungen der Flüſſigkeit, veranlaſſen ſie hierzu am häufigſten.

Die größten Kryſtalle, deren Längenachſe $^1/_{50}$ bis $^1/_{70}$ Millimeter gleicht, liegen immer ruhig. Treibt ſie ein Strom weiter, ſo widerſteht ihre Trägheit bei dem erſten günſtigen Anlaſſe.

Wir ſehen hieraus, daß die Größe einen weſentlichen Einfluß ausübt. Ein umfangreicheres Körperchen, das an und für ſich eine bedeutendere Eigenſchwere als die umgebende Flüſſigkeit hat, ſinkt leichter zu Boden und wird dann hier eher durch Anziehung und Reibung feſtgehalten. Das kleinere ſchwebt nicht bloß in der Flüſſigkeit, ſondern giebt auch geringeren Einwirkungen nach.

1939 Die ungleiche Beſchaffenheit der Molecüle und der ſie umgebenden Maſſe bildet ein zweites Begünſtigungsmittel der Erſcheinung. Harze, Oele und unlösliche Salze bewegen ſich deshalb im Waſſer am lebhafteſten. Die Pigmentmolecüle zeichnen ſich auch wahrſcheinlich aus dieſem Grunde vor den kleinſten Theilen der übrigen Gewebe aus.

1940 Die verſchiedenen Arten der Drehung und Ortsveränderung laſſen ſich an den Kryſtallen des Hörſandes und der Kalkſäckchen am beſten verfolgen, weil hier die Ungleichheit der Länge und der Breite manche Verhältniſſe, die an runden Gebilden unklarer bleiben, beſſer zur Anſchauung bringt. Nehmen wir an, das Waſſer, mit dem man ſie zu einer Milch angerührt hat, biete keine ſtärkeren Strömungen im Augenblicke der Beobachtung dar, ſo bewegen ſich die kleineren und kleinſten Kryſtalle fortwährend, ohne jedoch größere Raumſtrecken zu durchlaufen. Sie wälzen ſich häufig um eine ihrer Achſen, beſchreiben mit einer ihrer Endſpitzen einen Kreis, ſo daß die zweite den Mittelpunkt der Bahn bildet, oder zittern und ſchwanken von einer Seite zur anderen. Es kommt auch hierbei vor, daß ein Kryſtällchen eine Strecke weit fortrückt und nach einiger Zeit an ſeinen früheren Ort zurückkehrt, mit ſeiner ganzen Maſſe eine Kreisbahn durchläuft oder eine Schraubenwindung, die ſich immer ungefähr in derſelben Raumgrenze hält, verfolgt. Geräth die Flüſſigkeit in Wellenbewegung, ſo gewinnen die Schwankungen an Lebhaftigkeit und werden zugleich nicht ſelten einſeitiger. Da ſich ſchwache Flüſſigkeitsſtröme dem unmittelbaren Anblicke zu entziehen pflegen, ſo kann man, wenn man nicht ſehr vorſichtig beobachtet, auf Ortsveränderungen ſtoßen, die leicht den Schein der Willkühr annehmen.

Wird ein mittelgroßer Kryſtall von einer Menge von kleineren umgeben, ſo vermag ſich die fortgeſetzte Unruhe von dieſen dem ſonſt trägeren, umfangreicheren Körperchen mitzutheilen. Er bewegt ſich aber langſamer und kömmt auch leichter zur Ruhe.

1941 Verdunſtet die Flüſſigkeit, ſo ſinkt eine immer größere Menge von Kryſtällchen auf die unterliegende Glasplatte hinab. Die ſtärkere Anziehung und Reibung hebt nach und nach die Bewegung auf. Trockene

Pulver ruhen nicht nur unter gewöhnlichen Verhältnissen, sondern haften auch an der Glasplatte, auf der sie liegen, mit einer nicht unbedeutenden Zähigkeit.

1942 Die fortschreitende Bewegung fällt an den runden Pigmentmolecülen eher als die Drehung auf. Man sieht sie tanzen, in geraden Linien oder in Bogen weiter gehen und bald wiederum an ihren früheren Ort zurückkehren. Die Drehbewegungen können am besten an länglich runden Pigmentmolecülen unter starken Vergrößerungen verfolgt werden. Man bemerkt oft, wie sich ihr vorderes Ende nach hinten und umgekehrt wendet und wie sie sich abwechselnd auf die eine und die andere Seite, nach oben und nach unten neigen. Manche Körperchen, die noch einen Augenblick zuvor still waren, werden durch schwingende Nachbargebilde unruhig gemacht.

Es hat häufig das Ansehen, als wenn zwei Körperchen zusammengingen und sich dann wieder entfernten. Eine genauere Betrachtung lehrt aber, daß hier wahrscheinlich keine besondere Anziehung und Abstoßung eingreift. Bedenkt man, daß man stärkere Vergrößerungen, die nur kurze Brennweiten besitzen, zu solchen Beobachtungen nöthig hat, so kann schon der geringste Höhenunterschied die Bilder undeutlich machen. Kommt die Bahn eines Körperchens der eines zweiten nahe, so wird man leicht zu dem Glauben verführt, daß sie sich angezogen haben.

1943 Strömt nicht die Flüssigkeit so stark, daß es sogleich in die Augen fällt, so halten sich meist die einzelnen Molecüle innerhalb eines bestimmten Raumgebietes. Man stößt jedoch auch nicht selten auf Ausnahmen. Verfolgt man ein und dasselbe Körperchen mehrere Minuten lang, so bemerkt man bisweilen, wie es trotz seiner bergigten oder ebenen Umwege in einer bestimmten Richtung fortgeht. Will man sich hier vor Täuschungen sichern, so nimmt man am Zweckmäßigsten die Mikrometerfäden des Oculars zum Ausgangspunkte.

1944 Die Bewegung der Pigmentmolecüle kann unter günstigen Verhältnissen lange unterhalten werden. Bewahrt man sie an einem ruhigen Orte in einer der bald zu beschreibenden zugeschmolzenen Glasröhren unter Wasser auf, so setzen sie sich zwar mit der Zeit an den Wänden ab, so daß die Hauptmasse der Flüssigkeit keine mehr enthält. Es dauert aber eine geraume Zeit, ehe die Erscheinung völlig aufhört. Sie erhielt sich z. B. in einem von mir beobachteten Falle 8 Nachtstunden unversehrt.

1945 Die kleinsten Körnchen des Dotters, der Tuberkelmasse und anderer thierischen Gebilde, die feinsten Bruchstücke von Kohle, Ruß, Gummigutt, Stinkasand und vielen anderen organischen und anorganischen Körpern bieten im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse dar. Da die scheinbare Bewegung mit der Mikroskopvergrößerung zunimmt (Bd. I. §. 1092.), so ist es immer vortheilhafter, so starke Linsen als möglich zu diesen Forschungen zu gebrauchen.

1946 Die Unruhe der Molecularkörperchen kann schon in lebenden Gebilden vorkommen. Pigmentmolecüle, Oeltröpfchen und andere sehr kleine

Theile, die noch in ihren Zellen eingeschlossen sind, zittern nicht selten auf das Lebhafteste. Man stößt sogar hier häufig auf ein leicht erklärbares Begünstigungsmittel der Erscheinung. Der schleimigte Inhalt vieler Pflanzenzellen und der eiweißartige der thierischen Bläschen zieht oft mit Begierde Wasser endosmotisch ein. Es entstehen so Strömungen, die feine Inhaltskörnchen in Unruhe versetzen. Die Molecüle der Fovilla, die in dem Pollenschlauche vorkommen, zeigen deshalb häufig Molecularbewegung. Sind auch noch die Pigmentkörperchen des Embryo des Krebses oder die Molecülargebilde des Eies der Crustazeen und der Frösche in ihren Zellen eingeschlossen, so zittern sie doch nach Rathke[1]), so wie man sie mit Wasser befeuchtet. Oel dagegen, das nicht eingesogen wird, läßt sie auch in Ruhe.

1947 Es versteht sich von selbst, daß zähe Flüssigkeiten, die selbst stärkere, äußere Einflüsse in unvollkommene Wellenbewegungen und Strömungen versetzen, die Molecularbewegung nicht begünstigen können. Die Wahrheit dieses Schlusses läßt sich durch einen Versuch anschaulich machen.

Geht das Auge eines Menschen oder eines Säugethieres in Fäulniß über, so findet man einzelne schmutzig braun gefärbte Bruchstücke von schleimigter Beschaffenheit an der Aderhaut. Zerdrückt man sie allmählig zwischen zwei Glasplatten, so findet man, daß diejenigen Pigmentmolecüle, die in dem flüssigeren Theile des Ganzen enthalten sind, unausgesetzt schwingen; die übrigen dagegen, die von der schleimigen Zersetzungsmasse eingeschlossen werden, ruhen vollständig.

1948 Will man den Einfluß, den verschiedene Flüssigkeiten ausüben, untersuchen, so darf man nicht das Pigment, wie man es unmittelbar durch Abschaben erhält, gebrauchen. Ein großer Theil der Körnchen bleibt dann von Wasser umgeben und hindert oft die Wirkung des Prüfungsmittels. Man muß vielmehr das Ganze zum trockenen Rückstande verdampfen und das fein zerriebene Pulver desselben mit der Flüssigkeit, deren Einflüsse ermittelt werden sollen, vermischen.

1949 Wässrige Lösungen, die mit einem freien Raume in Verbindung stehen, können schon Strömungen durch ihre Verdunstung veranlassen. Wir werden zwar bald sehen, daß die Molecularbewegung auch ohne dieses Nebenmittel fortdauert. Oele und ähnliche Flüssigkeiten, die nicht an der Luft verdampfen, müssen aber immerhin eine Anregung weniger unter jenen Verhältnissen darbieten.

Mischte ich den gepulverten Rückstand des schwarzen Augenpigmentes mit Baumöl und dickflüssigem Terpentinöl, so bemerkte ich keine Spur von Molecularbewegung, wenn keine äußeren Erschütterungen sichtliche Strömungen veranlaßten. Befanden sich die Pigmentkörperchen in destillirter und daher zähflüssiger Schwefelsäure, so nahm ihre Unruhe ab. Ein einzelnes Körnchen bot nur hin und wieder unmerkliche Schwankungen dar. Salpetersäure färbte sie gelb und lähmte auch, wie es schien, ihre Bewegungen. Sie erhielten sich dagegen in verdünnter Salzsäure, in

[1]) Rathke, in Müller's Archiv, 1843. S. 367—371.

Essigsäure, Kleesäure, Chromsäure, kaustischem Kali, kohlensauerem Ammoniak, Weingeist und einer vollständig gesättigten Lösung von Kochsalz.

1950 Die Geschwindigkeit der Molecularbewegung muß in hohem Grade wechseln. Stärkere Ströme, die sogleich in das Auge fallen, reißen die Körperchen mit Gewalt fort. Die Beschleunigung, die hierdurch entsteht, schwankt innerhalb so weiter Grenzen, daß keine Bestimmung von Mittelzahlen möglich wird. Man kann daher höchstens versuchen, die Schnelligkeit der gewöhnlichen Bewegungen, die sich bei scheinbar vollkommener Ruhe der Flüssigkeit erhalten, so nahe als möglich zu schätzen.

1951 Beschränkt man sich aber auch auf dieses Bemühen, so häufen sich doch die Schwierigkeiten so sehr, daß man nur sehr ungefähre Werthe im glücklichsten Falle erhält. Die Pigmentmolecüle verfolgen fast immer krummlinigte Bahnen, deren Länge nicht genau mit dem Mikrometer bestimmt werden kann. Man muß daher möglichst kleine Strecken wählen, um den Fehler, so sehr es angeht, zu verringern. Die kurzen Zeiträume, auf denen man fußt, und die oft nicht zu bestimmenden Nebenstörungen, die hierbei eingreifen, erweitern die Grenzen der Fehlergrößen, die schon ohne dieses solche Untersuchungen stören.

1952 Eine Beobachtungsreihe, die ich an den Pigmentmolecülen der Aderhaut des Auges anstellte, ergab mir im Durchschnitt ungefähr $^1/_{250}$ Millimeter als Secundengeschwindigkeit. Sie ist daher beinahe $2^1/_2$ Millionen Mal kleiner, als die Schnelligkeit, die ein Körper am Ende der ersten Secunde seiner Fallzeit erreicht. Schlägt man die mittlere Geschwindigkeit des Blutlaufes, wie er in den feinsten Gefäßen des Froschfußes beobachtet wird, zu 0,56 Millimeter an (Bd. I. §. 1093.), so würde sich ein Pigmentmolecül 140 Mal so langsam, als ein Blutkörperchen bewegen.

Man zieht zu diesem Zwecke ein dünnes Haarröhrchen an der Glühlampe aus, stellt es in Wasser, in dem man etwas Pigment vertheilt hat, und läßt die Mischung längs des Röhrchens emporsteigen. Soll die Flüssigkeit die spätere mikroskopische Beobachtung durch ihre Undurchsichtigkeit nicht stören, so darf sie nur eine schwach bräunliche Farbe haben. Man schmilzt hierauf die beiden Enden des Röhrchens zu. Etwas Wasser geht dabei als Dampf davon. Entbindet er sich zu rasch, so dehnt er bisweilen das Glas blasig aus oder bringt es selbst zum Bersten. Man versichert sich unter dem Mikroskope, daß das zugeschmolzene Röhrchen an keiner Stelle eine Lücke hat und läßt es auf dem Mikrometertische so lange liegen, bis sich alle Folgen der Erschütterung ausgeglichen haben.

Ist Alles vorbereitet, so hält man sich eine Uhr, die eine bekannte Zahl von Schlägen in der Minute macht, an das Ohr und bestimmt hierauf, welche Entfernung ein Pigmentmolecül während der Zeit eines Schlages durchläuft. Man wird finden, daß man nur sehr ungefähre Werthe selbst bei der größten Aufmerksamkeit erhalten kann.

Die Uhr, der ich mich bediente, machte 120 bis 122 Schläge in der Minute. Vier Bestimmungen ergaben für jeden Schlag 0,0016 bis 0,0025 und im Durchschnitt 0,0020 Millimeter.

1953 Man kennt noch nicht vollständig die Ursachen der Molecularbewegung. Da sie auch an todten Pulvern wahrgenommen wird, so läßt sich mit Recht voraussetzen, daß physikalische Verhältnisse der Erscheinung zum

Grunde liegen. Muncke[1]) suchte vorzüglich die Ursachen des Ganzen in der ungleichen Erwärmung des mittelst des Spiegels des Mikroskopes stark erleuchteten Wassers, der Verdampfung, dem Luftzuge und der Wärmeströmung. Da die Bewegung in den §. 1952. beschriebenen zugeschmolzenen Glasröhren fortdauert, so muß auch die Schwankung der Molecüle den Luftzug ohne Nachtheil entbehren können. Es läßt sich dagegen schwieriger über die übrigen Bedingungen urtheilen.

1954 Die zugeschmolzenen Glasröhren enthalten immer einen kleinen Luftraum, der mit Wasserdunst gesättigt ist. Erhöht sich die Temperatur, so wird mehr Wasser verdampfen. Unmerkliche Strömungen können hierbei möglicher Weise erzeugt werden. Da sich aber die Molecularbewegung nicht wesentlich ändert, wenn man das Ganze abwechselnd mit mattem Tages- oder hellem Lampenlicht beleuchtet, so können wir schließen, daß ein geringer Wechsel der Dunstspannung und der Wärmevertheilung keinen durchgreifenden Einfluß ausübt.

Zieht man das Röhrchen durch die Weingeistflamme, so verstärkt sich die Unruhe der Molecüle. Die mechanische Erschütterung kann hieran eben so großen Antheil, als die Erwärmung haben. Erhitzt man das Ganze von einer Seite, so bilden sich Flüssigkeitsströmungen, welche die Körperchen fortreißen.

1955 Es ist bekannt, daß sich Erschütterungen, welche die gewöhnliche Beobachtung nicht mehr bemerkt, an feineren Vorrichtungen in auffallenderer Weise zu erkennen geben. Die Sternwarten müssen deshalb feste Steingrundlagen haben und von dem Treiben lebhafter Straßen entfernt liegen, damit nicht die genaueren Messungen durch fortwährende Schwankungen gestört werden. Bedenkt man, daß leichtbewegliche Flüssigkeiten erst nach langer Zeit vollständig zur Ruhe kommen und daß sich die leisesten Regungen unter den starken Vergrößerungen, die zur Verfolgung der Molecularbewegung nothwendig sind, verrathen, so vermag hierin ein wesentlicher Grund der Unruhe jener kleinen Gebilde zu liegen. Die Schwankungen, die der Pulsschlag des Menschen erzeugt (Bd. I. §. 1044.), wären schon im Stande, die Beweglichkeit der Molecüle, so lange sie nicht an einer festen Wand anliegen, zu unterhalten. Die schädliche Wirkung dickflüssiger Massen spricht noch für die Thätigkeit dieser mechanischen Anregungen. Die Verdunstung und die Wärmeströmungen, wie sie unter gewöhnlichen Verhältnissen vorkommen, bilden nur zum Theil untergeordnete Nebenbedingungen.

1956 Die Eigenschaften der kleinen festen Theile und der Flüssigkeit, die sie umgiebt, müssen schon insofern von Bedeutung sein, als es von ihnen abhängt, ob die Molecüle in der umgebenden Masse längere Zeit schweben oder sich binnen Kurzem zu Boden senken. Es wäre aber möglich, daß der Grad der Benetzung und andere Anziehungs- und Abstoßungserscheinungen einen nicht unbedeutenden Einfluß ausüben. Nur ausführ-

[1]) G. Th. Fechner, Repertorium der Experimentalphysik. Bd. I. Leipzig, 1832. 8. Seite 12. 13.

lichere Beobachtungen, als bis jetzt vorliegen, werden hierüber entscheiden können.

Die Molecularbewegung fehlt nach R. Brown allen in Wasser löslichen Salzen und Kochsalzmolecülen, die sich in einer gesättigten Auflösung dieser Verbindung befinden. Ließ ich aber fein zerriebenes Kochsalz in einer gesättigten Kochsalzlösung liegen, schüttelte das Ganze und untersuchte dann einzelne Tropfen, so zeigten die feinsten Körnchen ziemlich lebhafte Molecularbewegung.

2. Flimmerbewegung.

Die kleinen Haare oder die Läppchen, welche die freie Oberfläche 1957
mancher Epithelialzellen bekleiden, schwingen anhaltend im Leben und einige Zeit nach dem Tode. Sie erregen daher zunächst Wellenbewegungen der schleimigten Flüssigkeit, die sie unmittelbar zu umgeben pflegt. Sind die Gebilde, auf denen sie sitzen, hinreichend befestigt, so kann sich nur die Unruhe der Flimmerhärchen auf die mit ihnen in unmittelbarer Berührung stehenden Flüssigkeiten und deren mechanische Gemengtheile übertragen. Es entstehen so Strömungen, deren Richtung von der übereinstimmenden einseitigen Thätigkeit der Flimmerhaare abhängt. Leichtere und beweglichere Massen werden auf diese Weise längs der Oberfläche fortgeführt oder in ihren Ortsveränderungen unterstützt.

Denken wir uns, ein freier, flimmernder Theil sei so leicht, daß der 1958
Widerstand seiner Schwere von der Kraft der Flimmerwellen überwunden wird, so muß er nach Maaßgabe der Nebenbedingungen in geraden oder krummen Linien fortrücken, sich um eine seiner Achsen wälzen oder Verbindungen dieser mannigfachen Bewegungsarten darbieten. Manche junge Eier und Embryonen drehen sich aus diesem Grunde unausgesetzt. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich an kleinen Abschnitten einer Flimmerhaut, die mit zahlreichen lebhaft schwingenden Haaren bekleidet ist.

Verbreitung der Flimmerbewegung. — Neuere Beobach- 1959
tungen haben gelehrt, daß die Flimmerbewegung nicht bloß in der Thierwelt vorkommt, sondern auch in dem Gewächsreiche in einzelnen, wenn auch seltenen Beispielen gefunden wird. Die Samen mancher Conferven und Algen werden kurze Zeit, ehe sie ihre Mutterzelle verlassen, unruhig. Sie drehen sich um ihre Achse, dringen dabei nach der Endspitze ihres Behälters vor, zwängen sich durch eine Oeffnung desselben durch und setzen eine Zeit lang ihre Drehbewegungen im Freien fort. Sie sinken endlich regungslos zu Boden und keimen.

Die Beobachtungen von Unger[1]) und Siebold[2]) haben gelehrt, 1960
daß diese drehenden Confervensamen feine, lebhaft schwingende Flimmerhaare an ihrer Oberfläche tragen. Die näheren Verhältnisse ihrer Un-

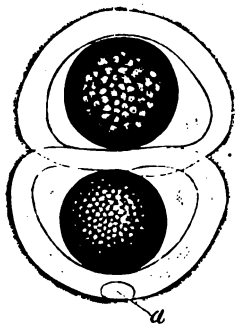
[1]) F. Unger, Die Pflanzen in dem Momente der Thierwerdung. Wien, 1843. 8. S. 32. 33.

[2]) C. Th. de Siebold, De finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis. Erlangae, 1844 4.

terlage und manche ihrer ſpäter zu erwähnenden Thätigkeitsäußerungen ſcheinen nach dieſen Forſchern von den entſprechenden Verhältniſſen der thieriſchen Flimmergewebe abzuweichen.

1961 Agardh leitete ſchon früher ähnliche Ortsveränderungen, die in Seetangen vorkommen, von Flimmerbewegungen her. Decaisne und Thuret[1]) fanden, daß nicht die Samenkörner, ſondern deren gemeinſchaftliche Hülle, das Epiſporium, mit Härchen beſetzt iſt. Fig. 6. zeigt uns dieſes Gebilde aus Pelvetia canaliculata. Die runden, anfangs eingeſchloſſenen Sporen bewegen ſich hier nicht.

Fig. 6.



1962 Es iſt bis jetzt nicht möglich geworden, die Flimmerbewegung als die Urſache der unaufhörlichen Drehbewegungen des Zellenſaftes der Charen und anderer Gewächſe nachzuweiſen oder ſie überhaupt in anderen Pflanzengebilden zu beobachten.

1963 So häufig auch Flimmerepithelien in der Thierwelt vorkommen, ſo ſcheinen doch manche Abtheilungen derſelben dieſe Art von Gewebtheilen hartnäckig auszuſchließen. Es glückte bis jetzt noch nicht, Flimmerbewegungen in den vollſtändig entwickelten Inſekten, den Spinnen und den höheren Krebſen nachzuweiſen. Während die Weichthiere mit zahlreichen Flimmerhäuten ausgerüſtet ſind, mangeln ſie faſt durchgehends in dem Körper der vollkommen ausgebildeten Kopffüßler.

Ueber das Vorkommen der Flimmerepithelien in der Thierwelt ſ. Purkinje und Valentin, De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis, tum internis animalium plurimorum et superiorum et inferiorum ordinum obvio. Vratislawiae, 1835. 4. Sharpey, in Todd Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. I. London, 1836. 8. p. 606 — 638. R. Wagner, Handwörterbuch der Phyſiologie mit Rückſicht auf phyſiologiſche Pathologie Bd. I. Braunſchweig, 1842. 8. S. 484 — 516. J. Müller, Ueber den Bau und die Lebenserſcheinungen des Branchiostoma lubricum. Berlin, 1844. 4. S. 23. Ecker, in Müller's Archiv. 1844. Seite 520. 21. und die ebendaſelbſt von Siebold gegebenen Jahresberichte über die Anatomie der wirbellosen Thiere. 1844 — 1846.

1964 Obgleich die warmblütigen Wirbelthiere die Erſcheinungen der Flimmerbewegung faſt eben ſo häufig als die kaltblütigen darbieten, ſo bedient man ſich doch in der Regel der Amphibien, um die vorzüglichſten Einzelnheiten dieſes Vorganges zu erforſchen. Die Schwingungen der Härchen erhalten ſich hier länger und widerſtehen auch manchen äußeren Schädlichkeiten mit größerer Hartnäckigkeit. Nimmt man den Froſch, ſo wählt man am Zweckmäßigſten die Schleimhaut der Mundhöhle. Die Innenfläche der Lungen ſtört leicht durch ihre zahlreichen Unebenheiten. Die Flimmerbewegung des Eileiters aber hört in der Regel eben ſo raſch als die von Vögeln oder Säugethieren auf. Die Härchen ruhen ſogar ſchon hier häufig in Schleimhautſtückchen, die von eben getödteten Thieren ſtammen.

[1]) Decaisne und Thuret, in den Annales des sciences naturelles. Botanique. Troisième Serie. Tome III. Paris, 1845. 8. pag. 10.

Man trennt ein Stück der Flimmerhaut los, faltet es, so daß der 1965
umgeschlagene Rand von einer Reihe von Flimmerzellen begrenzt wird,
egt das Ganze in Wasser und läßt es frei oder setzt es mit Vorsicht dem
elinden Drucke eines Deckplättchens oder des Compressoriums aus. Die
Strömung kann dann immer am Rande und nicht selten auch auf der
läche wahrgenommen werden. Eier und Embryonen, die sich mittelst
res Flimmerepithelium drehen, bedürfen keiner Vorbereitung. Dasselbe
ilt im Wesentlichen von vielen kleinen und hinreichend durchsichtigen Ge-
höpfen. Ein zweckmäßig geleiteter Druck muß höchstens die Untersuchung
nterstützen.

Schabt man die Oberfläche einer Flimmerhaut ab, so enthält die 1966
schleimigte Masse, die auf dem Messer bleibt, vereinzelte Flimmerzellen, *a* und *b*, Fig. 7. Man stößt auch in der Regel auf Haufen *a*, Fig. 8., in denen die Cylinder palliſadenartig neben einander stehen. Die Härchen bleiben dabei noch oft in Thätigkeit. Ihre Schwingungen stehen jedoch leichter still, als wenn sich eine größere Menge von Flimmergebilden in ihrem natürlichen Zusammenhange befindet.

Fig. 7.

Fig. 8.

Halten wir uns an den Menschen und die Säugethiere, so kommt 1967
Flimmerbewegung in dem centralen Nervensysteme, den Thränen-,
Geruchs- und den Athmungswerkzeugen, den weiblichen Geschlechts-
ilen und wahrscheinlich auch den Nieren vor. Nebengebilde der Lungen,
, gleich den Luftsäcken der Vögel, von Flimmerepithelien bekleidet wür-
, finden sich hier nicht. Die Schleimhäute der Mundhöhle und der
eicheldrüsen, die Innenflächen des Trommelfelles, des Herzbeutels, der
oake und des Bauchfells, die in vielen Reptilien mit Flimmerhaaren
rsehen sind, tragen einfachere zelligte Ueberzüge in den höchsten Wirbel-
schöpfen.

Feine, leicht zerstörbare Flimmercylinder begrenzen die Oberflächen 1968
r mittleren und der seitlichen Hirnhöhlen des Menschen und der Säuge-
iere. Die Zartheit des Ganzen hindert es in den meisten Fällen, die
immerbewegung selbst zu verfolgen. Es gelingt fast immer nur, die
immerzellen mit ihren palliſadenartig neben einander gestellten und ge-
ckten Härchen zur Anschauung zu bringen. Haben sich fremdartige
üssigkeiten in die Hirnhöhlen ergossen, so wird selbst diese unvollstän-
ge Beobachtung unmöglich.

Die Untersuchung von Früchten des Menschen und der Säugethiere 1969
hrt häufiger zum Ziele. Die Flimmerbewegung wurde auch hier zuerst
n Purkinje an Embryonen bemerkt. Sie erhält sich längere Zeit
ch dem Tode, bewahrt oft noch ihre Lebhaftigkeit einen bis drei Tage
ch dem Absterben der Frucht und scheint auch der Wirkung des Wassers
t größerer Hartnäckigkeit zu widerstehen.

1970 Bedient man sich der Embryonen der Wiederkäuer, so kann man noch die Ausdehnung der Flimmerbewegung ferner verfolgen. Das Vorderhorn des Seitenventrikels des großen Gehirns setzt sich in ihnen als eine verhältnißmäßig bedeutende Höhlung in den Geruchsnerven fort. Das Flimmerepithelium dringt hierbei auch in diesen ein. Die Adergeflechte tragen hier ebenfalls Flimmerhaare, die auf das Lebhafteste schwingen. Sie sitzen nicht, wie gewöhnlich, auf cylindrischen, sondern auf rundlichen Zellen. Diese sind oft so zart, daß sie unter Wasser auf der Stelle platzen. Jede Spur der früher vorhandenen Flimmerbewegung wird auf solche Weise beseitigt. Man bedient sich am Zweckmäßigsten noch warmer Embryonen und vermeidet jede fremdartige Anfeuchtung und alle störende Nebenhilfe künstlichen Druckes.

1971 Die Oberflächen des Thränensackes und des Thränenganges tragen ein feines Flimmerepithelium. Es fehlt nach Henle[1]) den Thränenröhrchen, kehrt dagegen nach ihm in der oberen und unteren Augenlidfalte und auf der Innenfläche der Augenlider bis zum Tarsalrande wieder.

1972 Der größte Theil der Schleimhaut der Nasenhöhle wird von einem Flimmerepithelium bekleidet. Henle betrachtete als ungefähre Grenze eine Linie, die man sich von dem vorderen freien Rande der Nasenbeine bis zum vorderen Nasenstachel des Oberkiefers gezogen denkt. Die Theile unter ihr tragen Pflaster- und die über ihr Flimmerzellen. Das flimmernde Epithelium überzieht dann die sämmtlichen Oberflächen der Scheidewand und der Seitenwände der Nasenhöhle. Es setzt sich dabei in den Thränengang und den Thränensack fort, dringt durch die Choanen nach dem oberen blindsackartigen Ende des Schlundes und reicht an der Hinterwand desselben bis zur Gegend des unteren Randes des ersten Halswirbels, vorn dagegen bis zur Hinterfläche der Wurzel des weichen Gaumens. Es begleitet endlich noch die Eustachische Trompete bis zu ihrer Verbindung mit der Paukenhöhle und überzieht die Nebenräume der Nase, die Stirn- und die Kieferhöhlen.

1973 Jeder Mensch kann noch seine eigene Flimmerbewegung der Nase nach einem von E. H. Weber zuerst angegebenen Verfahren untersuchen. Man kratzt etwas Schleim mit einem passend zugeschnittenen Federkiele in der Höhe der Nasenhöhle ab und bringt ihn mit Wasser unter das Mikroskop. Er enthält häufig Flimmerzellen, deren Haare mit großer Lebhaftigkeit schwingen.

1974 Die Flimmercylinder der Athmungswerkzeuge beginnen unter dem Kehldeckel und den Stimmbändern, oder auf diesen nach Henle in Neugeborenen. Sie setzen sich dann längs der Luftröhre und der Verzweigungen derselben bis zu den Lungenbläschen fort. Manche Forscher läugnen ihre Anwesenheit in den letzten Enden der Bronchialäste und schreiben diesen ein einfaches Pflasterepithelium zu.

1975 Man kann häufig in dem Frosche wahrnehmen, daß die Innenfläche der Kapseln, welche die Malpighischen Körper der Nieren umgeben, wie

[1]) J. Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig, 1841. 8. S. 246.

Bowmann[1]) zuerſt gefunden hat, Flimmerbewegung beſitzt. Verfertigt man ſich einen feinen Schnitt mit dem Doppelmeſſer, ſo gelingt es hin und wieder, die Erſcheinung ohne Weiteres zu bemerken. Sucht man ſich die Anſchauung mit Hilfe des Compreſſoriums zu verſchaffen, ſo darf man nur ſehr vorſichtig drücken. So leicht die Beobachtung in manchen Fröſchen gelingt, ſo unmöglich wird es, ſie in andern nachzuweiſen. Ludwig[2]) giebt an, daß die Flimmerbewegung in Fröſchen, die mehrere Monate im Winterſchlafe gelegen, fehlte. Die Schleimhaut der Mundhöhle flimmert noch während der Kälteerſtarrung der Fröſche.

Hat man die Erſcheinung in einer Reihe von Fröſchen wahrgenom- 1976
men, ſo gelangt man zu der Vermuthung, daß die Ausdehnung, in der ſie ſich darſtellt, wechſelt. Sie geht oft um einen großen Theil der Kapſel herum und ſetzt ſich ſogar in den Anfang der Harncanälchen fort[3]), beſchränkt ſich aber auch bisweilen nach Bowmann und Kölliker[4]) auf die Einmündungsſtelle des Harncanälchens in die Kapſel (vergl. Bd. I. §. 1555.). Man kann für jetzt nur behaupten, daß ſich in Einzelfällen das Flimmerepithelium weiter, als nach den letzteren Angaben verbreitet. Es läßt ſich aber nicht entſcheiden, ob dann unglückliche Nebenverhältniſſe nur unvollkommene Bilder liefern oder nicht.

Die Flimmerbewegung iſt bis jetzt noch nicht in den Nieren des Menſchen und der Säugethiere beobachtet worden. Die Aehnlichkeit des Baues führt aber zu der Vermuthung, daß ſie auch hier vorhanden ſei.

Die Wolff'ſchen Körper des Embryo erinnern in mancher Hinſicht an die Nieren der Fiſche und enthalten ebenfalls Malpighi'ſche Gefäßknäuel. Remak[5]) u. Kölliker[6]) bemerkten, daß ein lebhaftes Flimmerepithelium in vielen Röhren dieſer drüſigten Gebilde vorhanden iſt. Man hat bis jetzt noch nicht nach ihm in Früchten warmblütiger Geſchöpfe geſucht.

Die Flimmerbewegung der weiblichen Geſchlechtswerkzeuge beginnt 1977
an den Gebärmutterlefzen, ſetzt ſich längs der Oberfläche der Gebärmutter und der Eileiter fort und endigt an den Franſen der letzteren. Zwei Merkmahle zeichnen ſie vorzugsweiſe aus. Sie fehlt in jungen Geſchöpfen und ſchwindet in der Frau zur Zeit der Regeln und größtentheils auch während der Zeit der Schwangerſchaft. Das Epithelium erſcheint dann ſpäter von Neuem wieder.

So leicht ſich auch vermuthen ließe, daß der Samenleiter und ſelbſt die Samenblaſe der höheren Geſchöpfe flimmere, ſo iſt doch bis jetzt noch keine Thatſache bekannt, welche dieſe Annahme zu ſtützen vermöchte.

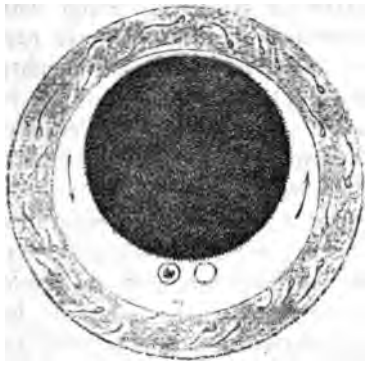
Biſchoff bemerkte, daß ſich das auf einer früheren Stufe ſeiner 1978

---

[1]) Bowmann, in den Philosophical Transactions for the Year 1842. London, 1842. 8. Part. I. p. 57 fgg.
[2]) Ludwig, in R. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie. Bd. I. Braunſchweig. 1845. 8. S. 631. 32.
[3]) Repertorium. Bd. VIII. Bern, 1843. 8. S. 92. Gerlach, in Müller's Archiv. 1844. S. 385.
[4]) Kölliker, in Müller's Archiv. 1845. S. 518.
[5]) Remak, in Froriep's neuen Notizen. 1845. Nro. 768. S. 308. 309.
[6]) Kölliker, a. a. O. S. 519.

Entwickelung befindliche Kaninchenei mittelst seiner Flimmerhaare drehte.

Fig. 9.



Es hatte die Fig. 9. gezeichnete Form. Die Keimscheibe war schon geschwunden. Eine helle durchsichtige Masse lag zwischen dem breiten durchsichtigen Ringe und dem mit feinen Flimmerhaaren besetzten Eie. Dieses wälzte sich fortwährend, wie es die Pfeile andeuten. Einzelne Samenfaden lagen noch an dem hellen Ringe. Zwei Kugelgebilde von ungleicher Größe fanden sich überdieß in der hellen durchsichtigen Masse.

Obgleich es bis jetzt nicht geglückt ist, diese Beobachtung an einem anderen Säugethiere und selbst an dem Kaninchen, wenn man einige Erfahrungen von Barry ausnimmt, zu wiederholen, so läßt sich doch voraussetzen, daß die Drehung allgemeiner vorkommt und selbst in dem Menschen, wenn auch nur für kurze Zeit, auftritt. Die gleiche Erscheinung kehrt auch in den meisten übrigen Thierklassen wieder. Die Flimmerzellen überziehen dann die ganze Oberfläche des Eies oder nur die Stellen, die sich vorzugsweise in den künftigen Embryo verwandeln.

Die Spuren von Flimmerbewegung, die Remak, Gerber und ich an den Nervenbündeln oder innerhalb der Begrenzungshaut der Nervenfasern beobachtet zu haben glaubten, gestatten noch keine sicheren Schlüsse, weil das Ganze an der Grenze der möglichen mikroskopischen Untersuchung liegt. Eben so wenig wollte es mir glücken, mir eine Anschauung von der von einzelnen Schriftstellern angegebenen Flimmerbewegung der Schleimhaut der dicken Gedärme der Haussäugethiere zu verschaffen.

1979 Schwingungen der Flimmerhaare. — Untersucht man den nach §. 1965. hergestellten Umschlagsrand einer Flimmerhaut, z. B. der Mundhöhlenschleimhaut des Frosches, so reicht schon eine Durchmesservergrößerung von 27 hin, die Strömung, die sich längs derselben mit scheinbar nicht unbedeutender Geschwindigkeit hinzieht, wahrzunehmen. Schweben kleine Körper im Wasser, so wird noch die Beobachtung durch die Ortsbewegung derselben erleichtert. Gebraucht man eine 250malige Vergrößerung, so bemerkt man einen wallenden hellen Streifen, in dem man nicht mehr die Flimmerhaare, wenn sie sich sehr lebhaft bewegen, erkennt. Dieser Umstand veranlaßte einzelne frühere Forscher, die Anwesenheit von Wimpern zu bezweifeln. Sie werden aber immer deutlich, so wie sich die Schwingungen verlangsamen. Sehr starke Vergrößerungen, die nur kurze Brennweiten haben, können sie schon während der größten Höhe ihrer Thätigkeit an einzelnen Stellen zur Anschauung bringen.

Fig. 10.

1980 Hört die Bewegung auf, so gewährt das Ganze das Bild Fig. 10. Die Flimmerhaare *a* stehen steif und palisadenartig auf ihren mit Kernen *c* versehenen Epithelial-

ylindern *b*. Die tiefer liegenden Gewebe bleiben ihrer Undurchsichtigkeit
egen unkenntlich.

Schabt man die Oberfläche einer Flimmerhaut ab, so gelingt es nicht 1981
selten, vollständigere Anschauungen zu erhalten.
Man findet bisweilen Gruppen von Flimmercylindern Fig. 11., die oben ihre schwingenden Härchen tragen, unten dagegen in neue Zellgebilde mit Kernen übergehen. Diese dienen wahrscheinlich zum Ersatz, wenn die älteren thätigen Flimmercylinder abgefallen sind.

Fig. 11.

Hat die Bewegung aufgehört, so gehen die 1982
Flimmerhaare leicht verloren. Eine Menge milchglasähnlicher Kugeln häuft sich bald an der freien Oberfläche an. Sie entstehen dadurch, daß das Wasser einzelne Kerne von veränderter Gestalt
ur oberen Wand der Flimmercylinder heraustreibt.

Die Form und die Länge der Haare scheint es vorzugsweise zu be- 1983
timmen, wie sie sich bei ihren Schwingungen verhalten. Sie biegen und
recken sich meist, wie ein Fingerglied. Diese Art von Thätigkeit kehrt
n kürzeren, wie in längeren Haarformen wieder und bildet die Regel in
em Menschen und den höheren Wirbelthieren. Fig. 12. zeigt sie uns
aus den Muschelkiemen, in denen sich die Haare durch ihre besondere Länge auszeichnen. Die Beobachtung gelingt daher hier am leichtesten.

Fig. 12.

Sehr dünne Haare können sich auch so drehen, daß sie eine Art von Trichter beschreiben. Die kreisförmige Grundfläche desselben wird von dem Umgange der Spitze erzeugt. Sind die Wimpern sehr lang, so können sie sich auch schlangenförmig biegen.

Die vereinzelten Zellen, welche der von einer Flimmerhaut abgekratzte 1984
chleim enthält, bieten häufig die verschiedensten Zustände dar. Die
aare ruhen schon in vielen oder sind selbst theilweise abgefallen. Andere
ellen besitzen noch vollständige Wimperreihen, die ihre lebhafte Thätigit bewahrt haben. Nur ein Theil der Haare schwingt noch in manchen,
ährend schon eine andere Reihe ruht. Man findet auch bisweilen, daß
nzelne, wie es Fig. 12. andeutet, steif ausgestreckt liegen und unthätig
nd, während sich ihre Nachbaren beugen und strecken. Die Masse der
aare sondert sich bisweilen in ein oder mehrere Büschel, von denen die
nen ruhen und andere schwingen. Es kommt sogar vor, daß nur noch
ne einzige Wimper in Thätigkeit bleibt. Wir sehen hieraus, daß jedes
aar in vollkommener Unabhängigkeit von den anderen zu arbeiten im
tande ist.

Dasselbe bestättigt sich, wenn man die Art der Schwingungen in Be- 1985
acht zieht. Ist die Bewegung lebhaft, so beugen und strecken sich in der
egel die fortlaufenden Haarreihen gleichzeitig. Beginnt sie sich dagegen
u verlangsamen, so bemerkt man häufig, wie ein Haar in demselben Au-

genblicke eine andere Bewegung als sein Nachbar vornimmt. Die Unordnung geht so dem völligen Stillstande voran.

1986 Man hat bis jetzt nicht beobachtet, daß sich Haare, die sich von ihren Flimmerzellen losgestreift hatten, selbstständig bewegten. Die Mechanik aber, durch welche sie bei ihrer natürlichen Befestigung in Schwingung gerathen, ist ebenfalls noch nicht mit Sicherheit ermittelt. Die Flimmerzellen selbst ziehen sich während der Bewegung ihres Haarbesatzes nicht zusammen.

1987 Stehen die Flimmerhaare auf runden Zellen, so bildet die Oberfläche des Ganzen eine Reihe kugeliger Massen, auf denen die meist feinen Wimpern spielen. Sind sie dagegen, was häufiger vorkommt, auf Epithelialcylindern befestigt, so haften sie an der ebeneren freien Seite von diesen. Es kommt dagegen hier sehr oft vor, daß sich eine Gruppe von ihnen hügelartig, wie es Fig. 13. aus der Luftröhre des Kaninchens zeigt, erhebt. Diese Stellung verräth sich auch schon häufig, wenn man nur die Flimmerfläche von der Vogelperspective aus untersucht.

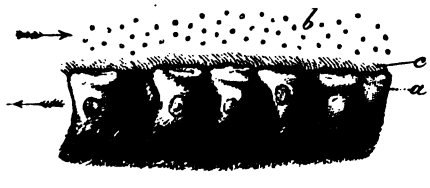
Fig. 13.

1988 Betrachtet man den Umschlagsrand einer Flimmerhaut, so findet man, daß die Härchen der gleichen Reihe nach derselben Seite hin zu schwingen pflegen. Die Flächenansicht liefert schon verwickeltere Bilder, weil hier die mannigfachen Elemente der Hügelreihen und einzelne rückläufige Bewegungen die Einfachheit der Verhältnisse trüben. Da es bis jetzt noch nicht möglich geworden ist, die Wellen, die hier erzeugt werden, mit genügender physikalischer Schärfe zu verfolgen, so müssen wir uns auf die Beschreibung dessen, was die unmittelbare mikroskopische Anschauung lehrt, beschränken.

1989 Untersuchungen der Art werden um Vieles erleichtert, wenn das Wasser, das die Flimmerhaut umgiebt, leicht kenntliche Festgebilde enthält. Blut- und Lymphkörperchen, Pigmentmolecüle, zerriebene Sepia, die mikroskopischen Krystalle der Kalksäckchen der Frösche (§. 1937.), die feinsten Elemente des Dotters und die kleinsten Theilchen von Tinte eigenen sich hierzu am besten.

1990 Haben wir ein umgelegtes und nicht zu großes Stückchen der Mundschleimhaut des Frosches vor uns, so fallen zunächst zweierlei Bewegungen in die Augen. Da die Schleimhaut leicht und glatt ist und viele Flimmercylinder, *a*, Fig. 14., trägt, so rückt sie selbst in einer bestimmten Richtung, so wie es z. B. der untere Pfeil (Fig. 14.) andeutet, nach und nach weiter. Die kleinen Theile *b* dagegen, die in der umgebenden Flüssigkeit enthalten sind, gehen, wie der obere Pfeil zeigt, in entgegengesetzter Bahn fort. Sie bewegen sich rascher, als das Flimmerstück

Fig. 14.



des Kaninchens von hinten nach vorn, in der Kieferhöhle desselben Thieres nach der Ausmündung hin und in den Athmungswerkzeugen der Henne von dem Kehlkopfe nach den Lungen verlief. Sharpey giebt an, daß die Bewegung in einem jungen Hunde von den Luftröhrenverzweigungen nach dem Kehlkopfe gerichtet war. Purkinje, ich und Bischoff[1]) kamen zu dem übereinstimmenden Ergebniß, daß sie in den weiblichen Geschlechtswerkzeugen der Vögel von den Eileitern nach dem Gebärmuttermunde geht.

Die Muschelkiemen zeigen bisweilen einen eigenthümlichen Wechsel. Man findet hier, daß eine Reihe von Härchen, die einer größeren Zahl von Flimmerzellen angehört, gleichförmig nach rechts schwingt, sich dann, wie eine Reihe Soldaten, plötzlich nach der anderen Seite wendet und sich nun nach links hin bewegt. Hat dieses eine Zeitlang gedauert, so greift ein neuer Wechsel ein, um wieder die Arbeit nach rechts zu richten. Die Flimmerbewegung der Ascidienkiemen hört nach Joh. Müller[2]) für einige Zeit auf und beginnt dann später von Neuem. Es ist noch nicht bekannt, ob solche Wechselerscheinungen in höheren Geschöpfen vorkommen oder nicht.

1995 Geschwindigkeitsverhältnisse der Flimmerbewegung. — Man hat hier zweierlei Werthe zu betrachten. Man muß zu bestimmen suchen, mit welcher Schnelligkeit die Massen, die von einer Flimmerhaut fortgetrieben werden, ihren Ort verändern und wie oft die Flimmerhaare ihre Stellung innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit wechseln.

1996 Da die Untersuchung der Flimmerbewegung ziemlich starke Vergrößerungen in Anspruch nimmt, so glaubt man leicht auf den ersten Blick, daß sie, wenn sie mit gehöriger Lebhaftigkeit arbeitet, die benachbarte Flüssigkeit und deren Gemengtheile mit großer Geschwindigkeit weiter führt. Dieser Eindruck schwächt sich nur, wenn die Härchen ihre Kraft verlieren und sich zum Stillstande vorbereiten.

1997 Bedenken wir aber, daß sich die scheinbare Schnelligkeit einer unter dem Mikroskope wahrgenommenen Bewegung um so viel, als die Durchmesservergrößerung beträgt, verkleinert (Bd. I. §. 1092.), so ergiebt sich von selbst, daß jene unmittelbare Anschauung im hohen Grade täuschen muß. Rückt ein leichtes Stück einer Flimmerhaut mittelst der Bewegung seiner Härchen von selbst fort, so scheint es binnen Kurzem dem Gesichtsfelde des Mikroskops zu entfliehen. Das freie Auge ist fast nie im Stande, seine Bewegung sogleich zu bemerken.

1998 Die Bemühungen, den wahren Geschwindigkeitswerth durch Zeit- und Raummessungen zu bestimmen, scheitern hier häufig an unüberwindlichen Schwierigkeiten. Körperchen, die in dem umgebenden Wasser schweben, können allein den Maaßstab liefern. Ist die Oberfläche der Flimmerhaut mit einer starken Schleimschicht bedeckt, so verhalten sie sich ruhiger, als wenn die Flimmerhaare unmittelbar auf das Befeuchtungswasser wirken. Beobachtet man z. B. unter einer Vergrößerung von 175 im Durchmesser, so kann man nicht selten bemerken, daß Pigmenttheilchen,

---

[1]) Th. C. W. Bischoff, Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig, 1842. 8. S. 24. 25.

[2]) Joh. Müller, in seinem Archiv. 1845. S. 519.

ie scheinbar ein halbes und daher wahrhaft $^1/_{350}$ Millimeter entfernt lie-
en, ruhen, während man noch den wallenden Flimmerrand mit Deutlich-
eit erkennt.

Läßt man auch den Widerstand, den die Schwere und die anderen 1999
igenschaften der kleinen, dem Wasser beigemengten Theile bereiten, au-
er Acht, so nimmt die Geschwindigkeit ihrer Bewegung mit der Entfer-
ung von dem Flimmersaume ab. Man muß daher nur die, die ganz in
essen Nähe dahineilen, in Betracht ziehen. Verlaufen sie in Bogenli-
ien, oder gerathen sie in Strudel, so eigenen sie sich wiederum nicht zu
rgend zuverlässigen Raummessungen. Es kehren daher hier dieselben
Schwierigkeiten, wie bei den Geschwindigkeitsbestimmungen der Brown-
chen Molecularbewegung (§. §. 1950. 1951.) wieder.

Eine frühere Untersuchungsreihe [1]) ergab mir, daß Blutkörperchen, 2000
ymphkörperchen und Theile des schwarzen Augenpigmentes längs der
limmernden Mundschleimhaut unmittelbar vorher enthaupteter Frösche
nit einer Secundengeschwindigkeit von 0,075 bis 0,225 Millimeter fort-
gingen. Der Mittelwerth glich 0,122 Millimeter. Da die Grundzahlen
ür kürzere geradere Wege gefunden wurden, so konnten hierbei nicht die
rummlinigten Bahnen und die Strudelhinderniſſe in Betracht kommen.

Erfahrungen, die ich später machte, führten mich zu ähnlichen Ergeb-
issen. Die Körperchen durchliefen eine Länge von $^1/_{10}$ Millimeter in $^1/_{93}$
is $^1/_{65}$ und im Durchschnitt in $^1/_{70}$ Minute. Die Secundengeschwindig-
eit glich hiernach 0,108 bis 0,155 und im Mittel 0,117 Millimeter.

Nehmen wir 0,120 oder $^1/_8$ Millimeter als Durchschnittzahl an, so 2001
ürde die Flimmerbewegung ein Pigmentmolecül 30 Mal so schnell fort-
reiben, als dieses durch Brown'sche Molecularbewegung weiter geht
§. 1952.). Die Blutkörperchen strömten aber im Allgemeinen in den
aargefäßen des Froschfußes (Bd. I. §. 1093.) 4 bis 5 mal so schnell,
ls sie durch die lebhafte Flimmerbewegung der Mundhaut fortkämen.

Zählt man die Biegungen und Streckungen, die eine Reihe von Flim- 2002
erhaaren in der Minute macht, so verfährt man wiederum am Sicher-
en, wenn man nur den Zustand der größten Thätigkeit berücksichtigt.
ähert sich die Bewegung ihrem Stillstande, so vermindert sich auch die
ahl der Schwingungen in auffallender Weise. Die Härchen gehen endlich
letzt nur langsam auf und ab oder ruhen selbst eine Zeitlang, um später
och eine oder mehrere kraftlose Bewegungen vorzunehmen. Die Dichtig-
it des Mittels, in dem sie sich befinden, übt dann oft einen bedeutenden
influß aus. Der zähere Schleim bereitet einen größeren Widerstand, als
loßes Wasser.

Krause [2]) giebt an, daß die Härchen ihre Schwingungen 190 bis 2003
20 Mal in der Minute widerholen. Eine Bewegung würde hiernach $^1/_3$
is $^1/_5$ Secunde in Anspruch nehmen. Die Beobachtungen, die ich zu ver-

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1842. 8. Seite 506.

[2]) C. F. Th. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Zweite Auflage. Bd. I. Hannover, 1842. 8. S. 130.

schiedenen Zeiten an den Kiemen der Muscheln, der Mundhaut und Lungen der Frösche anstellte, führten mich zu etwas größeren Wert War die Bewegung sehr lebhaft, so erforderte ungefähr im Durchsc eine Schwingung eine halbe Secunde. Bereitete sie sich dagegen zum S stande vor, so stieg die Dauer auf $^5/_8$ bis $^4/_5$ Secunde. Das Mittel vier Beobachtungen glich $^7/_{10}$ Secunden.

Stellen wir die Ergebnisse, zu denen ich kam, übersichtlich zusammen, so e ten wir:

Theil.	Zustand der Flimmerbewegung.	Zahl der Schwingungen in der Minute.			Zahl der Beobachtungen.	Dauer einer Schwingung in Secunde		
		Maximum.	Minimum.	Mittel.		Maximum.	Minimum.	M
Muschelkiemen	Lebhaft	100	150	125	—	0,6	0,4	0,
Mundhaut des Frosches	Lebhaft	96	152	130,2	10	0,625	0,395	0,
Lungen des Frosches	Einige Zeit später stillstehend	77	96	85,75	4	0,78	0,63	0,

Das Thier, dessen Lungen zur Untersuchung dienten, war 28 Stunden vorher hauptet worden.

2004 Zeichnet sich auch die Flimmerbewegung weder durch die Geschwin keit, mit der sie Nachbarmassen fortführt, noch durch die Schnelligkeit Schwingungen oder Härchen aus, so besitzt sie doch wahrscheinlich verh nißmäßig bedeutende mechanische Kräfte. Hat man ein umgeschlagenes S der Mundhaut des Frosches zwischen zwei Glasplatten eingeklemmt, so ein großer Theil der Flimmerhaare durch den Druck unthätig geworden so rückt doch nichts desto weniger das Ganze weiter und befreit sich end aus seiner engen Spalte. Eine Masse kleiner Wirkungen, von denen j einzelne von einem schwachen Härchen abhängt, häuft sich wahrschein durch die tausendfache Zahl dieser Gebilde zu verhältnißmäßig bedeuten Kraftäußerungen.

2005 Unabhängigkeit der Flimmerbewegung. — Wir haben sc früher (§. 1984.) gesehen, daß jedes Haar für sich zu schwingen im Sta ist. Die Unabhängigkeit der Bewegung verräth sich aber noch in vi anderen Erscheinungen. Man kann sogar annehmen, daß nur Einflü die den Bau der Härchen durchgreifend verletzen, die Bewegung dersel aufheben.

2006 Da die Schwingungen an losgeschnittenen Flimmerhäuten und se an getrennten Flimmerzellen fortdauern, so ergiebt sich von selbst, weder der Kreislauf, noch der Einfluß des Nervensystems für den Un halt der Bewegung nothwendig ist. Diese Unabhängigkeit von den bei allgemeineren Hauptwirkungen des thierischen Körpers beschränkt sich a nicht auf die augenblicklich thätigen Einflüsse, sondern beherrscht das Ga der Erscheinung.

Zerstört man das Gehirn und das Rückenmark eines Frosches mit 2007
einem glühenden Drathe, entfernt das Herz und läßt das Thier mit geschlossenem Munde liegen, so kann die Flimmerbewegung der Mundhaut ihre ursprüngliche Lebhaftigkeit ein bis zwei Tage lang darbieten. Ich machte diese Erfahrung zur heißesten Sommerzeit an Froschleichnamen, deren Schenkel bis auf die Knochen eingetrocknet waren. Bewahrt man ein Stück der Mundhaut des Frosches zwischen zwei Glasplatten unter Wasser auf, so sieht man oft noch die Flimmerbewegung am folgenden Tage.

Es hängt hiermit zusammen, daß sie sich am längsten von allen Le- 2008
benserscheinungen nach dem Tode zu erhalten vermag. Erwachsene warmblütige Geschöpfe führen hier häufig zu minder günstigen Erfahrungen, als kaltblütige Thiere. Die später zu erwähnenden Einflüsse der Kälte bedingen wahrscheinlich diesen Unterschied. Früchte von Säugethieren liefern aber auch häufig bessere Ergebnisse.

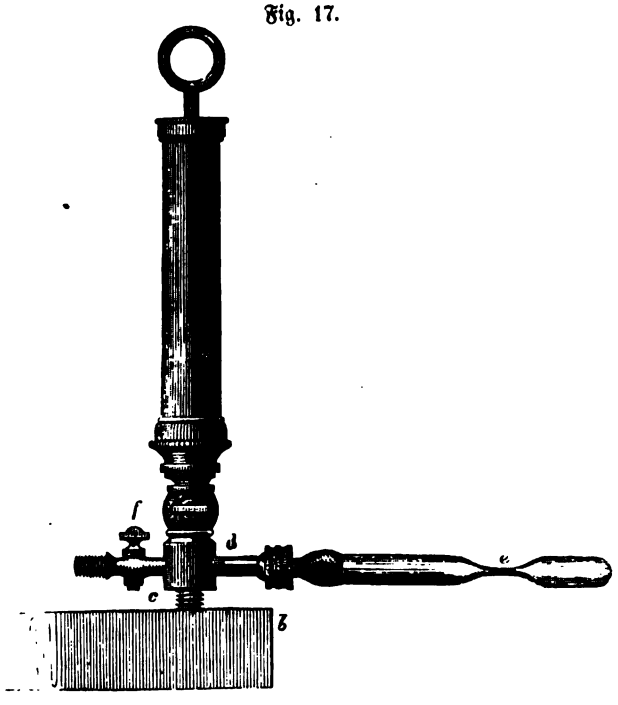
Oeffnet man erst den Schädel eines Wiederkäuerembryo ein bis drei 2009
Tage nach dem Tode, so findet man oft noch die lebhafteste Flimmerbewegung an den Wänden der Hirnhöhlen. Frösche bewahren sie nicht selten fünf Tage lang nach ihrem Lebensende. Purkinje und ich bemerkten noch die Schwingungen der Härchen der Mundhaut einer Schildkröte neun Tage nach der Enthauptung. Sie erhielten sich sogar in den Lungen 13 und in der Speiseröhre 15 Tage. Die Vertrocknung oder die durch die Fäulniß bedingte Auflösung der Theile hatten wahrscheinlich allein die Flimmerbewegung zuletzt aufgehoben.

Ihre Thätigkeit kann durch das Mittel, in dem sich die Flimmerhaut 2010
befindet, erhalten oder vernichtet werden. Blut und Blutserum bewahren sie länger als Wasser. Man kann auf diese Weise die Schwingungen warmblütiger Geschöpfe mehr als 24 Stunden nach dem Tode fortdauern lassen.

Einfluß der äußeren Verhältnisse auf die Flimmerbe- 2011
wegung. — Ein bedeutender Wechsel des Luftdruckes hebt die Flimmerbewegung der Mundhaut des Frosches nicht auf. Es versteht sich aber von selbst, daß nicht gleichzeitig das Epithelium eintrocknen darf. Die Härchen schwingen eben so gut in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre, als in einer wasserärmeren Luftart fort.

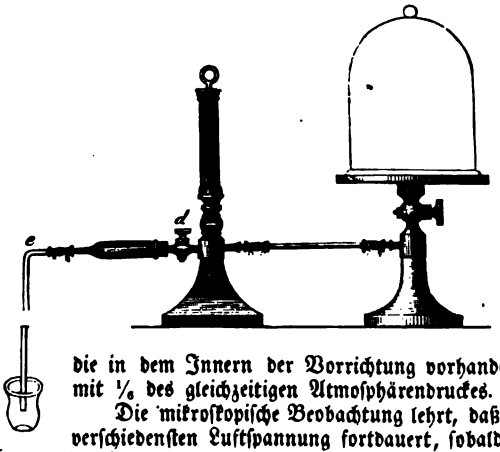
Eine Gay-Lussac'sche Handluftpumpe kann am einfachsten dienen, um die zu solchen Versuchen nöthigen Druckveränderungen einzuleiten. Man schraubt sie *a*, Fig. 17., mittelst *c* in einen Klotz *b*, der sich nicht trotz heftiger Erschütterungen verrückt, und vereinigt die Beobachtungsröhre mit dem Armstücke *d* durch eine Gummiröhre oder durch den Bd. I. Seite 550. beschriebenen Kitt. Die Stelle *e* ist auf der Glühlampe ausgezogen und so platt und eben als möglich gemacht worden. Sie erhält die Flimmerhaut, deren umgeschlagener Rand in den Brennpunkt des Mikroskopes gestellt wird. Arbeitet man in einfacher Weise, so wie es die Figur darstellt, so bleibt der Hahn *f* während des ganzen Versuchs geschlossen. Will man aber gleichzeitig eine Barometerprobe anbringen, um sich über den Grad der Verdünnung zu belehren, so kommt noch ein neuer Theil,

Fig. 17.



den uns Fig. 18. darstellt, hinzu. Eine passend gebogene Glasröhre *e*, deren se

Fig. 18.



absteigender Theil 70 Centimeter mißt und Ende in ein mit Que gefülltes Gefäß taucht, w das Seitenstück der Luft das neben *d* liegt, befestig Hahn *d* selbst bleibt, bi einen gewissen Grad der verdünnung erreicht ha schlossen. Oeffnet man i steigt das Quecksilber in einer entsprechenden Höhe Nehmen wir z. B. an betrage 60 Centimeter, w der gleichzeitige Baromet 72 ist, so wirkt die Spa die in dem Innern der Vorrichtung vorhanden ist, mit 12 Centimete mit $\frac{1}{6}$ des gleichzeitigen Atmosphärendruckes. (Vgl. auch §. 2231.)

Die mikroskopische Beobachtung lehrt, daß die Flimmerbewegung un verschiedensten Luftspannung fortdauert, sobald nicht die Theile durch d gabe von Wasserdämpfen vertrocknet sind. Eine vollkommene Luftleere läßt sich einer so dünnen Röhre, wie *e*, Fig. 17., ist, erreichen. Man erlangt sie selbst ganz, wenn man sich des §. 2231. beschriebenen und abgebildeten, mit Schluß versehenen Glaskastens bedient.

Will man eine sehr bedeutende Luftverdünnung ohne den Gebrauch einer pumpe erhalten, so kann man sich auch einer einfacheren, dem Barometer gebildeten Vorrichtung bedienen. Man biegt eine ungefähr 92 Centimeter

19. Glasröhre an einem Ende *a* heberartig um, zieht ſie in *b* in eine feine zugeſchmolzene Spitze aus, füllt ſie mit ausgekochtem Queckſilber und ſucht die an den Wänden anhaftenden Luftbläschen durch Klopfen und durch das Kochen des Metalls zu entfernen. Iſt dieſes geſchehen, ſo führt man Stückchen der Flimmerhaut mittelſt eines Drathes ſo ein, daß ſie bei *c* zwiſchen dem Queckſilber und der Glaswand zu liegen kommen und an dieſer kleben bleiben. Man muß ſie hierbei mit ihren flimmernden Flächen zuſammenlegen. Geſchieht dieſes nicht, ſo werden die feinen Härchen ſchon bei dem Einführen abgeſtreift und die Flimmerbewegungen aufgehoben.

Man ſchließt das obere Ende *d* luftdicht. Ein kleiner, mit Schmirgel abgeriebener paſſender Bleizapfen, der durch Kitt vervollſtändigt wird, dient hierzu am beſten. Die Röhre wird dann ſenkrecht auf eine Schüſſel geſtellt und die zugeſchmolzene Spitze *b* abgekneipt. Ein Theil des Queckſilbers ſtürzt in einem Strahle hervor. Die Säule bleibt aber bald bei *e* ſtehen. Mißt man die Höhe von *e* bis *a* und von *b* bis *a*, ſo giebt der Unterſchied beider Größen den Druck, den die *ed* enthaltene mit Waſſerdünſten verſehene Luft ausübt. Kennt man den Barometerſtand der äußeren Atmoſphäre, ſo hat man ein Maaß der geſuchten Spannung.

Ich ſtellte z. B. zwei Verſuche der Art bei 725 Millimeter Barometer an. *e* erhob ſich das eine Mal um 705 und das andere Mal um 706 Millimeter über *b*. Die Spannung glich daher in *de* 20 bis 19 Millimeter oder $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{37}$ des gleichzeitigen Atmoſphärendruckes.

Die Flimmerhäute, die aus der Mundhöhle und den Lungen des Froſches ſtammten, hatten in dem erſten Verſuche 5 und in dem zweiten 15 Minuten in *de* verweilt. Die Thätigkeit ihrer Haare dauerte ungeſtört fort.

Das Licht ſcheint keinen weſentlichen Einfluß auf die 2012
Schwingungen der Härchen auszuüben. Die meiſten Flimmerepithelien befinden ſich im Leben in dunkelen Räumen. Sie ſetzen ihre Thätigkeit bei der Unterſuchung im Hellen fort. Man bemerkt auch keinen Unterſchied, wenn man ſie bei ſchwachem oder ſtarkem Tageslicht oder ſelbſt im Sonnenlichte beobachtet. Erwärmt ſich dagegen hierdurch das Ganze, ſo kann ſich die Bewegung, wenn ſie ſchon langſamer geworden iſt, von Neuem beſchleunigen.

Ein ſtarker Temperaturwechſel wird eher ſtörend eingreifen. 2013
man eine Flimmerhaut höheren Hitzegraden aus, ſo ſteht die Bewe-
ſtill, weil die Epithelialzellen vertrockenen oder ſich ſelbſt verkohlen.
Härchen fallen leicht ab, ſobald ſie ſich in Waſſer, das ſelbſt noch
nicht kocht, befinden. Die Einflüſſe, die es ausübt, hängen übrigens
er Zeit, die ſich die Flimmerhäute in ihm aufhalten, in hohem Grade
Purkinje und ich fanden, daß die der Säugethiere und Vögel einen
blick ohne Nachtheil in Waſſer von 81° C. untergetaucht werden
n. Verweilten ſie in ihm längere Zeit, ſo gingen die Haare zu
e. Ließen wir Kiemenſtücke von Muſcheln eine halbe bis zwei Mi-
in Waſſer von 41 bis 44° C. liegen, ſo litt hierdurch die Flimmer-
ung keinen Schaden.

Die Wirkung der Kälte ſcheint in merklichem Grade von der 2014
iffenheit der Flimmerhaut abzuhängen. Die Härchen der Säuge-
ſind in dieſer Hinſicht im Allgemeinen empfindlicher, als die der
e. Man kann oft genug die Erfahrung machen, daß die Flim-
wegung in der Luftröhre der Hausſäugethiere innerhalb kurzer

Zeit in der Winterkälte aufhört. Die der Luftröhre des Kaninchens stand in den Versuchen von Purkinje und mir bei + 6° C. still. Die Flimmerhäute der Geschlechtswerkzeuge scheinen in vielen Säugethieren empfindlicher, als die der Luftröhre zu sein. Dieser Unterschied giebt sich auch in dem Frosche deutlich zu erkennen. Die Härchen ruhen fast immer in dem Eileiter viel früher, als in der Mundhöhle (§. 1964.). Die Lungen befinden sich häufig in dieser Hinsicht in der Mitte. Sie bewahren jedoch auch oft genug ihre Schwingungen mit verhältnißmäßig größerer Hartnäckigkeit.

2015 Leiteten Purkinje und ich einen starken elektrischen Schlag durch die Kiemen einer Muschel, so dauerte die Flimmerbewegung ungestört fort. Der Galvanismus wirkt auch nur dadurch, daß er chemische Zersetzungen hervorruft und so Verbindungen, welche die Flimmerhaare chemisch angreifen, erzeugt. Purkinje und ich legten die Dräthe einer galvanischen Säule an flimmernde Häute, z. B. an die Luftsäcke der Vögel. Die Bewegung hörte im Anfange nur an den Berührungsstellen der Dräthe auf, und dauerte in den Zwischenräumen ungehindert fort. Die Zerstörung griff erst später weiter um sich. Der galvanische Strom hatte aber indeß stärker chemisch gewirkt, mehr Säuren und Alkalien aus organischen Verbindungen der Flimmerhaut frei gemacht und dem Befeuchtungswasser mitgetheilt.

2016 Wir werden später sehen (§. 2202.), daß die quergestreiften Muskelfasern in anhaltende Starrkrämpfe verfallen, so wie man sie mit einer galvanischen Kette, die sich rasch öffnet und schließt oder mit einem Magnetelektromotor (Bd. I. §. 363.) in Verbindung bringt. Die Flimmerbewegung der Mundhaut des Frosches zeigt diese Erscheinung nicht. Befestigte ich die Leitungsdräthe in Löchern des Glastisches des Mikroskopes, befeuchtete die Schleimhaut mit lauem Wasser und führte den Strom so, daß sein kürzester Weg durch die Flimmerhaut ging, so schwangen die Härchen ungestört fort. Sie erstarrten nicht, um sich später von Neuem zu bewegen. Sie blieben dabei länger als zehn Minuten dem Strome ausgesetzt. Der Hammer des Magnetelektromotors machte in dieser Zeit mehr als 500 Schläge. Der Starrkrampf schien dagegen die Nachbargebilde zu ergreifen. Denn die Hügel traten an einzelnen Stellen schärfer hervor. Setzt man einen losgeschnittenen Froschkopf der Wirkung des Magnetelektromotors ½ Stunde lang aus, so findet man später die Flimmerbewegung der Mundschleimhaut unverändert.

2017 Legt man einen noch so starken Magneten an eine Flimmerhaut, so stellt sich keine Veränderung die Bewegung ein.

2018 Die Flimmerbewegung erhält sich nach Sharpey in Wasser, das ausgekocht oder mit Kohlensäure geschwängert worden ist. Hat es dagegen viel Schwefelwasserstoff aufgenommen, so hört bisweilen die Schwingung der Härchen nach den Erfahrungen von Matteucci und mir binnen Kurzem auf.

2019 Verdünnte Säuren, Alkalien und Salze vernichten nur dann die Bewegung, wenn sie ätzend wirken können. Dasselbe gilt auch von den organischen Verbindungen. Es erklärt sich hieraus, weshalb keiner der bald zu erwähnenden, von Purkinje und mir geprüften Körper in 100000facher Wasserverdünnung schädlich wirkte.

Dienten die Muſchelkiemen zu unſeren vergleichenden Beobachtungen, ſo 2020
ergab ſich, daß Eſſigſäure, kauſtiſches Ammoniak und Chlorſpießglanz in 10000facher, Salzſäure, Salpeterſäure, ſalpeterſaueres Silberoxyd und Brechweinſtein in 1000facher, verdünnte Schwefelſäure der preußiſchen Pharmacopö, Benzoeſäure, Kleeſäure, Holzeſſigſäure, Schwefeläther, ſchwefelſaueres Eiſenoxyd, doppeltkohlenſaueres Kali, Jodkalium, weinſaueres Kali und ſchwefelſaueres Zinkoxyd in 100facher, endlich Weingeiſt, Kalialaun, ſchwefelſaueres Kali, Bromkalium, Cyankalium, Kochſalz, Salmiak, Kalkwaſſer, Chlorbaryt, eſſigſaueres Bleioxyd, Kirſchlorbeerwaſſer, Camphormixtur und empyreumatiſches Oel in 10facher Verdünnung die Flimmerbewegung aufhoben. Die Zeiten, innerhalb deren dieſer Erfolg eintrat, wechſelten aber in den verſchiedenen Verſuchen. Einige Körper, wie Kreoſotwaſſer, Löſungen von ſchwefelſauerem Chinin und ſalzſauerem Veratrin und der Aufguß von Radix Pyrethri ſtörten ſie nur dann, wenn ſie möglichſt wenig verdünnt waren.

Friſch bereitete concentrirte Blauſäure, möglichſt ſtarke Löſungen von 2021
Alee- oder Tollkirſchenextract, das Waſſerextract des Opium, Auflöſungen von eſſigſauerem Morphin, Strychnin und Salicin, Moſchus, Catechu, die Waſſerabkochung von Capsicum annuum und Mimoſenſchleim hatten keinen ſichtlichen Erfolg. Sharpey fand, daß Blauſäure und ſalzſaueres Morphin die Bewegung hemmten. Ich wiederholte deshalb die Unterſuchungen mit möglichſt ſtarker in Waſſer gelöſter Blauſäure, die wenige Stunden vorher bereitet und indeß vor dem Lichte geſchützt in Schnee aufbewahrt worden war.

Ließ ich in ihr den Unterkiefer eines Froſches 50 Minuten lang bei 10° C. der Luft liegen, ſo hatte die Flimmerbewegung ihre urſprüngliche Lebhaftigkeit beibehalten. Die Blauſäure hatte freien Zutritt zu allen unterſuchten Theilen. Sie war auch nicht durch Zerſetzung unwirkſam geworden. Denn ſie wirkte noch, wie wir ſpäter (§. 2056.) ſehen werden, auf die Samenfäden, die in ihr gleichzeitig aufbewahrt waren. Faltete ich ein Stückchen Schleimhaut des Oberkiefers und befeuchtete es mit derſelben Blauſäure, ſo ſchwangen noch die Härchen 18 Minuten ſpäter raſch und regelmäßig. Ich bemerkte keine dichte Schleimhülle, die den Flimmerrand umgeben hätte, in beiden Fällen.

Man erhält jedoch nicht immer ſo entſcheidende Ergebniſſe. Da man die Blauſäure ſo kalt als möglich anwenden muß, ſo ſuchte ich die Wirkungen der Kälte von denen des Giftes zu ſondern. Ich ſtellte daher zwei Schaalen, von denen die eine Blauſäure und die andere bloßes Waſſer enthielt, in einem Raume, deſſen Luft 10° C. hatte, auf und legte Schleimhautſtückchen deſſelben Froſchkopfes in beide Gefäße. Es kam mir hier vor, daß die Härchen, die in Blauſäure verweilt hatten, ſtillſtanden oder unregelmäßiger ſchwangen, wenn ſich noch die, die in reinem Waſſer aufbewahrt worden, lebhaft bewegten. Da man ähnliche Erfahrungen mit bloßem kalten Waſſer machen kann und die mechaniſche Behandlung, der Druck des Deckplättchens und ähnliche Nebenverhältniſſe die Flimmerbewegung häufig genug aufheben, ſo muß vorläufig die Deutung dieſer ſchwankenden Ergebniſſe dahingeſtellt bleiben.

2022 Legte ich die eine Hälfte der Gaumenhaut eines unmittelbar vorhe enthaupteten Frosches in destillirtes Wasser und die andere in eine ungefäh gleich kalte Lösung von salzsauerem Morphin, in der 60 Theile Wasser au einen Theil des Salzes kamen, so hatten die in dieser befindlichen Flimmer zellen ihre Bewegung 10 Minuten bis ¼ Stunde unversehrt beibehalten Sie war nach 20 Minuten geschwächt. Allein während hier noch di Härchen schwangen, standen die, die sich gleich lange in destillirten Wasser aufgehalten hatten, still. Der größte Theil von ihnen war soga schon abgefallen. Man sieht hieraus, daß nur vergleichende Versuche ent scheiden können, ob man hemmende Wirkungen, die sich nicht auf der Stell kund geben, dem Einflusse betäubender Gifte zuzuschreiben im Stande ist

2023 Der Speichel und nicht selten auch der Harn können ohne Schade mit Flimmerhäuten in Berührung kommen. Die Galle hemmt dagegen i der Regel die Bewegung in höheren warmblütigen Geschöpfen mit viele Kraft. Blut erhält sie dafür längere Zeit (§. 2010.).

2024 Wechsel der Flimmerepithelien. — Man trifft sie unter regel rechten Verhältnissen in der Nase, der Luftröhre und den Lungen zu allen Lebenszeiten an. Embryonen, deren Körperlänge nur wenige Zoll beträgt bieten schon hier die Erscheinung dar. Die weiblichen Geschlechtstheile de gegen flimmern noch nicht in Neugeborenen und in jungen Thieren. Das Epithelium geht in der Gebärmutter zur Zeit der Regeln zu Grunde. Es mangelt auch während der Schwangerschaft an allen Orten, an denen das Ei anhaftet, es kann sich aber in Säugethieren an den Zwischenstellen er halten. Sind die weiblichen Geschlechtswerkzeuge nach dem Wochenbett zu ihrem früheren Zustande zurückgekehrt, so läßt sich auch wieder di Flimmerbewegung wahrnehmen. Das Ei des Kaninchens muß nach Bi schoff[1]) seine Härchen nur kurze Zeit tragen. Es gelang diesem Forsche trotz vieler Beobachtungen nur ein Mal, es gerade zur Zeit seines Flim merüberzuges aufzufinden (§. 1978.).

Es liegt bis jetzt keine sehr große Reihe von Erfahrungen über die Flimmerbewe gung kranker Theile vor. Man kennt keinen Fall, in dem regelwidrige Ablagerungen ein selbstständiges Flimmerepithelium dargeboten hätten. Nasenpolypen flimmern zwa oft an ihrer Oberfläche. Die Schleimhaut der Nasenhöhle ist aber dann wahrscheinlich durch die unterliegende Wucherung emporgehoben und ausgedehnt worden.

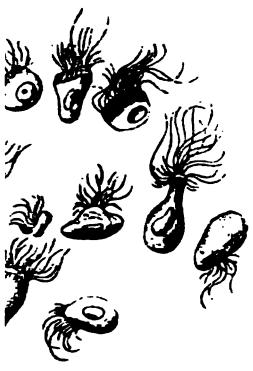
Es kommt häufig vor, daß das Flimmerepithelium durch krankhafte Nebenabsonde rungen zu Grunde geht. Salzreiche flüssige Ausschwitzungen, der Eiter und die Jauch können es eben so gut im lebenden Körper als außerhalb desselben zerstören. Wir ver missen daher das gewöhnliche Flimmerepithelium in den Hirnhöhlen von Menschen, di an Nervenfiebern, an Hirnwassersucht und ähnlichen Leiden zu Grunde gegangen sind Es fehlt in dem venerischen oder skrophulösen Beinfraße der Nase und in Schwindsüch tigen an den Zerstörungsstellen der Luftröhren- und der Lungenschleimhaut. Krankhafte Ausscheidungen des Uterus heben es leicht auf. Die Gebärmutterpolypen flimmern sel tener, als die Nasenpolypen.

Untersucht man die durch Abschaben losgelösten Flimmerzellen der Mundschleimhau des Frosches unter Wasser, so findet man, daß sie hin und wieder einzeln nicht unbedeutende Formveränderungen darbieten können, ohne daß di Schwingungen ihrer Härchen gestört sind. Die Zelle ist z. B. von einem we ten hellen Saume, wie von einem Sacke umgeben (Fig. 20.). An

Fig. 20.

[1]) Th. C. W. Bischoff, Entwickelungsgeschichte des Kaninchencie Braunschweig, 1842. 4. S. 56.

Fig 21.



dere regelwidrige Formen treten bisweilen am Anfange des Nasencatarrhes auf. Bühlmann fand hier losgestoßene Zellen, wie sie Fig. 21. darstellt. Sie werden mit dem Schleime entfernt. Ihre Härchen schwingen ungestört fort. Ist auf diese Weise das regelrechte Flimmerepithelium zu Grunde gegangen, so ersetzt es sich nicht, so lange das Leiden fortdauert, von Neuem. Wir finden es daher nicht, wenn die Nase oder die Lungen reichliche Schleimmassen absondern. Ist wieder Alles zur Norm zurückgekehrt, so bemerkt man auch das gewöhnliche Flimmerepithelium.

Ursachen und Nutzen der Flimmerbewegung. — Die Unabhängigkeit der ganzen Erscheinung (§. 2007.) lehrt, daß der Grund der 2025
ıngen der Härchen außerhalb der Epithelialzellen nicht lie-
. Es läßt sich aber noch nicht beurtheilen, ob die Härchen allein
en Verbindung mit der Zelle selbst die Bewegung vermitteln.
mag eben so wenig zu bestimmen, ob das Ganze von einfachen
chen Ursachen oder von verwickelteren Verhältnissen ausgeht.

Flimmerbewegung kann in dreierlei Richtungen thätig sein. Ist 2026
er, dem sie angehört, klein, so wird sie ihn selbst in Bewegung
Viele Aufgußthierchen und manche junge Embryonen der wirbel-
schöpfe schwimmen daher mittelst ihrer Flimmerbewegung oder
s durch den Thätigkeitswechsel von Haaren oder Stacheln, die
Zimpern der Flimmerzellen erinnern. Das Ei dreht sich auf
ise um seine Achse.

die Flimmerhaut befestigt, so können die Strömungen benachbarte 2027
eiterführen. Der Schleim der Luftröhre und der Lungen ver-
em Kehlkopfe überliefert zu werden. Die Strudel, die gleich-
egt werden, müssen immer andere Theile des umgebenden flüssi-
els mit den Flimmerzellen in Berührung bringen. Man hat sich
auch vorgestellt, daß die Flimmerbewegung die Athmung der
ere wesentlich begünstigt. Die Thatsache aber, daß die Kiemen
Fische kein Flimmerepithelium tragen, kann wenigstens beweisen,
ür die Schwingungen von Härchen nicht unumgänglich noth-
nd.

nähere Untersuchung führt bald zu dem Schlusse, daß uns die 2028
estimmung der Flimmerbewegung gänzlich entgeht. Wir wissen
t, zu welchem Zwecke sich das Ei der meisten Thiere und die
en vieler wirbellosen Geschöpfe und der Frösche in einer gewissen
r Entwickelung fortwährend drehen. Es läßt sich zwar anneh-
ß die Flimmerbewegung kleinere Schleimmassen, die sich in den
ı bilden, mit mehr Vortheil, als das heftigere Husten dem Kehl-
rliefert. Diese Anschauungsweise scheitert aber schon an den
ssen der weiblichen Geschlechtstheile. Wir sahen (§. 1994.), daß
Bewegung von den Eiröhren nach der Gebärmutter gerichtet

ist. Aendert sich nicht etwa die Strömung, wie an den Muschelkiemen (§. 1994.), so kann sie nichts zu dem Fortrücken des Samens beitragen. Die Wanderung des Eichens nach der Gebärmutter braucht aber nicht gerade nothwendiger Weise ihre Hilfe, weil die wurmförmige Bewegung der Muskelfasern diesen Dienst zu versehen im Stande wäre. Es läßt sich jedoch nicht in Abrede stellen, daß vielleicht die leiseren Wirkungen der Flimmerbewegung für zartere Eigebilde vortheilhafter sind.

2029 Die selbstständige Drehung, die Fortschaffung benachbarter Körper und der Wechsel, den die Strudel nach sich ziehen, geben uns noch keine Rechenschaft von der Verbreitungsweise des Flimmerepitheliums. Wir können sogar häufig genug nicht einsehen, welchen Nutzen jene Wirkungen, z. B. in den Hirnhöhlen, stiften sollten. Der Hauptzweck der Erscheinung liegt vermuthlich in gewissen Moleculareinflüssen, deren Wesen und Bedeutung in tiefes Dunkel gehüllt ist. Die fortwährende Unruhe der Theile kann die physikalischen und chemischen Verhältnisse unmittelbar ändern oder auch manche sonst unerreichbare Wirkungsarten vorbereiten helfen.

3. Regungen der entwickelten Samengebilde.

2030 Schwingungen derselben. — Der reife Same des Menschen und aller mit männlichen Geschlechtswerkzeugen versehenen Geschöpfe enthält eigenthümliche haarförmige oder wenigstens mit feinen Fäden versehene Theile, welche die verschiedenen Forscher mit dem Namen der Samenthierchen, der Spermatozoen, der Spermatozoiden, Samenfäden und Samenflimmer belegt haben. Sie besitzen mit wenigen Ausnahmen die Fähigkeit, immer oder zu gewissen Zeiten selbstständig zu schwingen und hierbei ihren Ort in einem größeren oder kleineren Raumbezirke zu ändern. Viele Beobachter betrachteten sie als wahre Thiere, andere dagegen nur als Gewebeelemente, die gleich den Flimmerhaaren thätig sind.[1]) Die zahlreichen, oben angeführten Benennungen rühren eben von diesen verschiedenen Anschauungsweisen her.

2031 Sprechen aber auch die meisten Gründe für die Gewebenatur der Samenfäden, so lassen sich doch ihre Regungen nur unvollkommen mit der Flimmerbewegung vergleichen. Dieselben äußeren Einflüsse können auf beide verschieden wirken. Es scheint sogar, daß sie wesentlich abweichende Formverhältnisse voraussetzen.

2032 Wir sahen (§. 1986.), daß die von ihren Zellen gelösten Flimmerhaare keine Bewegung bis jetzt wahrnehmen ließen. Schwingen die Härchen, so ändert sich nicht die Gestalt der Flimmerzellen. Diese müssen

[1]) A. Koelliker, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere nebst einem Versuch über das Wesen und die Bedeutung der sogenannten Samenthiere. Berlin, 1841. 4. S. 72 fgg. und: Die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwickelungsgesetz. Neuenburg. 1846. 4. S. 67 fgg.

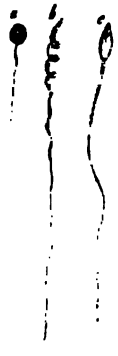
ber die passende Unterlage, ohne welche jene Lebenserscheinungen aufhö-
n, abgeben.

Die thätigen Samenflimmer liegen vollkommen frei oder werden 2033
chstens bündelweise an einander oder an einen gemeinsamen Mittel-
per geklebt, nicht aber in ihn eingefügt. Sie können sich von diesem
rennen, ohne daß ihre Schwingungen aufhören. Sollen sie die größte
öhe ihrer Entwickelung und mit dieser die günstigsten Bedingungen ihrer
uruhe erreichen, so müssen sie sogar jene Anheftung aufgeben.

Die räthselhaften Körper, die in dem Samen der zehnfüßigen Krebse 2034
orkommen, sind selbst im Stande, noch einen Schritt weiter zu führen.
ine Zahl von Haaren sitzt hier auf einer eigenthümlich gestalteten Mit-
lmasse. Die Einfügungsweise erinnert entfernt an die der Flimmer-
aare. Es ist aber bis jetzt keinem Forscher gelungen, Bewegungen an
en feinen Fäden wahrzunehmen. Die Verhältnisse der Samenflimmer
er übrigen Geschöpfe brachten sogar Manche zu der Vermuthung, daß
ich jene Haare von ihrem Mutterkörper loslösen, um hiermit die sonst
orhandene selbstständige Regsamkeit zu gewinnen.

Halten wir uns an den Menschen und die Säugethiere, so stoßen 2035
wir am Häufigsten auf dreierlei Hauptformen der Samenflimmer. Ge-

Fig. 22.



bilde, wie sie *a* Fig. 22. zeigt, kommen in dem reifen Samen der meisten Knochenfische vor. Die Typen von *b* finden sich in manchen Knorpelfischen und Vögeln und die von *c* in vielen Säugethieren und im Menschen. Liegen sie in der Samenflüssigkeit zerstreut, so schwingt ihr haarförmiger Theil auf die mannigfachste Weise. Er wendet sich von einer Seite zur anderen, schnellt auf und ab, schlängelt sich oder verschlingt sich selbst an einzelnen Stellen. Das Ganze schwankt dabei innerhalb kurzer Raumstrecken, durchläuft auch wohl verhältnißmäßig größere Entfernungen und dreht sich hin und wieder um seine Längenachse.

Hängen die Samenelemente jüngerer Entwickelungs- 2036
stufen bündelweise zusammen, so bewegen sich die paral-
lelen Fäden in ziemlich gleichförmiger Weise. Man be-

Fig 23.

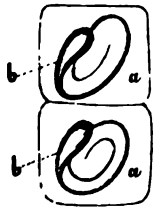
merkt daher ein regelmäßiges Wallen, das in mancher Beziehung an die gleichartigen Schwingungen sehr langer und sich schlängelnder Flimmerhaare (§. 1983.) erinnert. Treibt aber das eindringende Wasser die einzelnen Fäden des Bündels auseinander, so geht auch die Gleichförmigkeit der Wellen mit der Regelmäßigkeit der Anlagerung verloren.

Diese Verhältnisse können manche eigenthümliche Anschauungen bedingen. Der Inhalt der reifen Hodenbläschen des Blutegels zeigt z. B. eine Bewegung, die an die Saftströmung der Charen erinnert [1]). Die verschiedenen Krümmungen der Samenbündel des Regenwurmes führen oft Bilder vor, die eine gewisse Aehnlichkeit mit den Klangfiguren darbieten.

[1]) Henle, in Müller's Archiv. 1835. S. 585. 586. u. R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1842. 8. S. 634.

2037 Dieſe beweglichen Theile kommen nicht bloß in den Thieren, ſondern auch in einzelnen Gewächſen vor. Die reifen Antheridien der Tange, der Charen, der Laubmooſe, der Lebermooſe und der Farrenkräuter enthalten ſolche Samenfäden. Man kann z. B. in den Laubmooſen zu gewiſſen eigneten Zeiten bemerken, wie je eine Zelle *aa* Fig. 24. ein ſolches Weſen *bb* einſchließt. Befeuchtet man einen feinen Schnitt mit Waſſer, ſo dreht ſich ein jedes in ſeinem Behälter. Seine Regungen ſind von denen ſeines Nachbars unabhängig. Es gehört zu den ſchönſten Schauſpielen, welche das Mikroſkop darbietet, das mannigfache Getümmel dieſer unruhigen Einſiedler auf einmal zu überblicken. Tritt ein ſolches Gebilde aus ſeiner Zelle heraus, ſo ſetzt es ſeine ſchraubenförmigen Drehungen im Freien fort und eilt oft aus dem Geſichtsfelde mit einer bedeutenden ſcheinbaren Geſchwindigkeit (Bd. I. §. 1092.).

Fig. 24.



2038 Es kommt in manchen Aufgußthierchen vor, daß ihre Oberfläche keine größere Menge von Flimmerwimpern trägt, ſondern nur wenige vereinzelte Haare, deren peitſchenförmige Thätigkeit die Ortsveränderung einleitet, beſitzt. Decaiſne und Thuret[1]) fanden, daß die beweglichen Körperchen, die in den Antheridien der Tange angetroffen werden, mit haarförmigen Fortſätzen, wie es Fig. 25. zeigt, verſehen ſind. Der längere Faden liegt nach ihnen immer nach vorn, der kürzere dagegen zieht ſich hinter dem Körper des ganzen Weſens hin. Zwei Fäden, die ſich an dem Hinterende des Körpertheiles anfügen, ſind auch von dieſen Forſchern an den ähnlichen Elementen der Charen, der Laub- und der Lebermooſe wahrgenommen worden.

Fig. 25.

2039 Man hat bis jetzt noch keine ſolchen Theile in der Fovilla der höheren Gewächſe wahrgenommen. Ihre Körnchen zeigen dagegen häufig Brownſche Molecularbewegung (§. 1936.), die nicht ſelten mit den Schwingungen beweglicher Samenelemente verwechſelt worden iſt.

2040 Sollen die Haargebilde des thieriſchen Samens mit größter Lebhaftigkeit ſchwingen, ſo müſſen ſie eine gewiſſe Höhe der Entwickelung erreicht haben. Haben ſie ſich dieſer genähert, ſo bewegen ſie ſich noch nicht von ſelbſt, zittern aber, ſo wie das Befeuchtungswaſſer eine Zeit lang eingewirkt hat. Alles iſt daher zuerſt in Ruhe; einzelne regen ſich einige Zeit ſpäter; die Beweglichkeit greift endlich immer weiter um ſich, bis zuletzt das ganze Geſichtsfeld von wallenden Fäden wimmelt. Hat der Same ſeine höchſte Reife erlangt, ſo bedarf es keines äußeren Anregungsmittels, um dieſe allgemeine Lebendigkeit hervorzurufen. Die Fäden arbeiten ſchon ohne Weiteres in ihrer natürlichen Mutterflüſſigkeit.

---

[1]) Decaisne und Thuret, in den Annales des sciences naturelles. Botanique. Troisième Série. Tome III. Paris, 1845. 8. p. 8. 9.

halbe bis eine ganze Stunde wirken laſſen, ehe der größte Theil oder alle Samenfäden in Thätigkeit gerathen. Diejenigen, welche bündelweis beiſammenliegen, ſchwingen dann eben ſo gut, als die, die vereinzelt ſind. R. Wagner ſah die Schwingungen vier Tage nach dem Tode in dem Samen des Froſches. Sie hörten hier ſelbſt noch nicht bei — 2° C. auf.

2047 Wirkt die Kälte anhaltend auf den ausgeſchnittenen Hoden, vertrocknet er, liegt er in Waſſer, greift ihn die Fäulniß ſtärker an, ſo findet man in der Regel, daß die Samengebilde früher abſterben. Die der Säugthiere, z. B. des Pferdes, ſcheinen übrigens in dieſer Hinſicht empfindlicher, als die des Froſches zu ſein.

2048 Kraemer[1]) giebt an, daß ſich die Bewegungen in einer Wärme von 35° C. verſtärkten und bei 37°5 bis 46°25 C. erhielten. Sie verloren ſich dagegen meiſt auf der Stelle bei 56°25 C. und mangelten gänzlich, wenn der Same eine Minute lang dieſer Hitze ausgeſetzt geweſen war. Der kürzeſte Aufenthalt in 62°5 beſeitigte ſogleich ihre Empfänglichkeit.

Die Schwingungen verlangſamten ſich bei 12°5 C. Sie blieben aber noch nicht aus, wenn ſelbſt der Same von Schnee umgeben, nicht aber eingefroren war.

2049 Schloß ich die Poldräthe eines Magnetelektromotor mit den Hoden eines Froſches und ließ ihn hier 18 Minuten lang, ſo daß mehr als 1000 Schläge durchgingen, liegen, ſo ſchwangen ſpäter die Samenfäden unter Waſſer eben ſo lebhaft, als unter den gewöhnlichen Verhältniſſen. Der Magnetelektromotor arbeitete ſo ſtark, daß ich die Handhaben keine halbe Minute mit befeuchteten Händen halten konnte. Befeſtigte ich die Poldräthe in den Löchern des Glastiſches des Mikroſkopes und legte ſie ſo um, daß ihre Enden den mit Waſſer verdünnten Samentropfen berührten, ſo konnte ich keine Störung der Bewegungen der Samengebilde beobachten, als mehrere hundert ſchwächere Entladungen in fünf Minuten wirkten.

2050 Wir haben früher (§. 2040.) geſehen, daß das Waſſer die Bewegungen unter geeigneten Verhältniſſen anregt. Man kann oft bemerken, daß die menſchlichen Samengebilde, ſo wie allmählig das Waſſer die zähe Samenmaſſe durchdringt und in höherem Grade verflüſſigt, unruhiger werden. Blutwaſſer oder eine ſehr verdünnte Eiweißlöſung können in ähnlicher Weiſe thätig ſein. Sind aber die angewandten Flüſſigkeiten zu kalt, ſo ſchaden ſie leicht. Es läßt ſich übrigens ſchwer entſcheiden, ob die Bewegungen, die das Waſſer verſtärkt hat, kürzer dauern oder nicht

2051 Jod, Schwefelſäure, Salzſäure, Salpeterſäure, Phosphorſäure, Eſſigſäure, kauſtiſches oder kohlenſaueres Kali, Sublimat, ſalpeterſaueres Silberoxyd, dichte Löſungen von Zucker oder Kochſalz, ätheriſches Bittermandelöl, Terpenthinöl, thieriſches Dippel'ſches Oel, ätheriſches Senföl, Farren

[1]) J. C. A. Kraemer, Observationes microscopicae et experimenta de motu spermatozoorum. Gottingae, 1842. 8. p. 8.

autöl, Crotonöl, Weingeiſt, Schwefeläther, Kreoſot und Mimoſenſchleim
mmen nach Kraemer[1]) die Bewegungen der Samenfäden. Blut,
lutſerum, Milch, Hühnereiweiß, Süßmandelöl, Aniſöl und Caſeputöl
ören ſie dagegen nicht. Daſſelbe gilt von manchen Harnarten, von dem
afte der Vorſteherdrüſe, dem Schleime der Scheide und nach Kraemer
on dem Eiter eines Empyems, der Abſonderung, die der Harnröhren-
hleimfluß liefert, und der ſchleimigt-eiterigen Maſſe, die aus der Scheide
eneriſcher Frauen austritt.

Dieſe Wirkungen ſtimmen zu einem großen Theile mit denen, welche 2052
die Flimmerbewegung in den gleichen Fällen darzubieten pflegt, überein
(§. 2019.). Manche andere Körper führen jedoch in dieſer Hinſicht zu
ingreifenderen Unterſchieden.

Der Speichel ſtört nach Donné die Bewegungen der Samenfäden; 2053
r hebt ſie dagegen nach Wagner faſt nie auf. Die Flimmerbewegung
ird in keinem mir bekannten Falle durch dieſe Abſonderung gehemmt.
Die Galle beeinträchtigt leicht die Flimmerthätigkeit der Säugethiere, nicht
er die der Muſcheln. Sie läßt nach Kraemer die Bewegungen der
Samenmaſſe unberührt.

Donné[2]) giebt an, daß der ſehr ſauere unter krankhaften Verhält- 2054
niſſen abgeſonderte Scheidenſchleim und bisweilen auch der alkaliſche
Schleim, der an den Gebärmuttermundslefzen haftet, die Regſamkeit der
Samengebilde binnen Kurzem aufhebt. Die Abſonderungen, welche die
weiblichen Geſchlechtswerkzeuge während der Schwangerſchaft liefern, ſchei-
nen auch nach ihm nachtheilig zu wirken.

Die betäubenden Gifte haben in dieſer Hinſicht zu einer Reihe wider- 2055
rechender Angaben Veranlaſſung gegeben. Prevoſt fand, daß ſie die
chwingungen der Samenfäden der Fröſche vernichten und Kraemer, der
ine Verſuche mit Löſungen von Opium, eſſigſauerem Morphin, Strych-
n und mit wäſſeriger Blauſäure anſtellte, beſtättigte das Gleiche für die
amenelemente des Menſchen. Wurden Strychnin und Opium in Sub-
anz angewendet, ſo blieb die hemmende Wirkung aus.

Koelliker[3]) konnte keinen ſtörenden Einfluß in dem Samen von
lanorbis wahrnehmen, wenn er eine Löſung von Strychnin (1 : 480)
er Opium gebrauchte. R. Wagner[4]) nimmt an, daß Strychninſalze
ur dann, wenn ihre Auflöſung ſehr dicht iſt und chemiſch wirkt, die Be-
egungen vernichten. Sind ſie verdünnter, ſo verhält ſich nach ihm die
lüſſigkeit, wie reines Waſſer.

Befeuchtete ich den Samen von Winterfröſchen mit möglichſt ſtarker 2056
lauſäure, die einige Stunden vorher bereitet und in Schnee vor dem
chte geſchützt aufbewahrt war, ſo bewegten ſich die Samenfäden im An-

---

[1]) Kraemer, Ebendaſelbſt. p. 37 — 39.
[2]) A. Donné, Cours de Microscopie complémentaire des études médicales. Paris, 1844. 8. p. 291 — 296.
[3]) Koelliker, Beiträge etc. S. 68. 69.
[4]) R. Wagner, Lehrbuch der ſpeciellen Phyſiologie. Dritte Auflage. Leipzig, 1845. 8. Seite 23.

fange mit größter Lebhaftigkeit. Legte ich ein Stück des Hodens in dieselbe Blausäure und ein zweites in reines Wasser und ließ die Gefäße, die beide enthielten, bei 10° C. stehen, so fand ich 18 Minuten später, daß die meisten Bündel, die sich in der Blausäure aufgehalten hatten, ruhten, einzelne Fäden dagegen lebhaft schwangen. Hatten sie eine halbe Stunde in der giftigen Flüssigkeit verweilt, so zeigte sich keine Spur von Regung. Diejenigen, welche die gleiche Zeit in Wasser gelegen, schwangen natürlich auf das Lebhafteste.

2057 Man besitzt noch keine hinreichend ausgedehnte Reihe von vergleichenden Untersuchungen, aus der sich entnehmen ließe, ob sich die Samenfäden der mannigfachen Geschöpfe auf wesentlich verschiedene Weise zu den betäubenden Giften verhalten oder nicht. Die angeführten Beobachtungen lehren aber so viel, daß der Frosch selbst dem Einfluß der Blausäure, wenn sie in seine Blutmasse übergegangen ist, früher, als seine Samenflimmer, unterliegt. Diese widerstehen aber auch nicht für die Dauer den schädlichen Wirkungen jenes Giftes.

Die Haut der Polypen, Aktinien und Medusen enthält noch kleine Bläschen, die schraubenförmig gedrehte Fäden einschließen. Diese können hervortreten und selbstständige Schlangenbewegungen darbieten [1]).

4. Bewegungen einzelner Zellen.

2058 Man hat bis jetzt keine abwechselnde Zusammenziehung und Erweiterung an den verschiedenartigen Zellen, die in den vollständig entwickelten Geweben des Menschen und der Wirbelthiere vorkommen, beobachtet. Wir finden zwar bisweilen, daß die Cylinder der flimmernden Unterhälfte der Mundschleimhaut des Frosches ihre gegenseitige Lage ändern. Es ergiebt sich aber bald, daß diese Erscheinung nicht von den Epithelialgebilden, sondern von den anhaftenden quergestreiften Muskelfasern der Zunge herrührt. Aehnliche Ursachen liegen wahrscheinlich den Bewegungen, die einzelne Forscher an dem Cylinderepithelium der dicken Gedärme in lebenden Säugethieren beobachtet haben, zum Grunde.

2059 Das Herz des Embryo zieht sich viel eher, als sich in ihm vollständige Muskelfasern ausbilden, zusammen. Wir können hieraus schließen, daß sich schon die Uebergangsgestalten, die dann vorhanden sind, verkürzen. Nähere Beobachtungen haben aber noch nicht festgestellt, welche Formveränderungen hierbei auftreten.

2060 Siebold [2]) entdeckte eine eigenthümliche, selbstständige Bewegung der Eizellen der Planarien. Diese contractilen Gebilde erscheinen erst nach Koelliker [3]) mit der Embryonalentwicklung. Die Zellen spielen aber

[1]) R. Wagner, Ebendaselbst. S. 464. und dessen Icones zootomicae. Leipzig, 1843. Fol. Tab. XXIX.

[2]) Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der K. preussischen Academie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin, 1841. 8 S. 83—86.

[3]) Koelliker, in Erichson's Archiv für Naturgeschichte. Bd. XII. Berlin, 1846. 8. S. 291 — 295.

auch hier nicht in allen untersuchten Proben. Sie bestehen aus einer durchsichtigen Zellhaut, von der die Bewegung ausgeht, und einem feinkörnigen, mit einem bläschenartigen Kerne versehenen Inhalte, der hin und hergeschoben wird.

Die Veränderung beginnt damit, daß eine Einschnürung an dem einen Ende der Zelle auftritt und von da nach der Mitte und dem anderen Ende fortschreitet. Ist dieses vollendet, so wiederholt sich meist das Gleiche nach einer kurzen Zwischenzeit in entgegengesetzter Richtung. Es kann doch auch vorkommen, daß die Verengerung zwei Mal hinter einander in derselben Bahn fortgeht. Ein Wellenzug dauert nach Koelliker eine Minute; die Zeit der Ruhe dagegen 12 bis 20 Secunden. Siebold bemerkte schon, daß die Bewegungen Stunden lang in den gesonderten Zellen anhalten.

Die gefärbten Flecke, mit denen die äußere Haut der Dintenfische versehen ist, andern häufig ihre Gestalt. Ein grober, zackiger Pigmentbehälter *b* verwandelt sich plötzlich in ein kleines Bläschen *a*. Die Theilchen des Farbestoffes, die in *b* zerstreut lagen, müssen auf diese Weise einander näher rücken. Fiel früher ihre Färbung, der weiteren Zerstreuung wegen, dem freien Auge weniger auf, so wird man sie jetzt, wo sie enger zusammengedrängt sind, leichter bemerken.

Fig. 26.

R. Wagner [1]) nahm an, daß diese Erscheinung von den Zellen selbst unmittelbar ausgehe. Man hätte hiernach für eine ähnliche Thätigkeit, wie in den Zellen der Planarien. Als ich diese Gebilde gelegentlich untersuchte, kam es mir vor, daß äußerlich angeheftete Muskelfasern die Verengerung einleiteten. Die späteren Beobachtungen von Koelliker [2]) und Harleß [3]) haben dieses mit Bestimmtheit dargethan. Man kann sogar die Form der Zelle nach Belieben wechseln lassen, wenn man den Hirnknoten oder die zu den gefärbten Blasen verlaufenden Nerven zu reizen sucht.

5. Verkürzung der reizbaren Fasergewebe.

Reizbarkeit. — Die Flimmerbewegung, die Schwingungen der 2061
Samenfäden und die selbstständigen Wellen der Planarienbläschen setzen ihre einmal begonnene Thätigkeit von selbst fort. Aeußere Eingriffe können zwar diese aufheben, allein die Mittel, die hierzu dienen, vernichten sie zugleich für alle späteren Zeiten. Kamen jene Gebilde ohne unsere Veranlassung zur Ruhe, so sind wir nicht im Stande, ihre Wirkung auf irgend eine Weise von Neuem anzuregen.

Die reizbaren Fasergewebe führen in dieser Hinsicht zu anderen Verhältnissen. Ein Reiz, den wir ihnen oder ihren Nerven aufdringen, verkürzt sie. Erschlaffen sie später, so gehorchen sie noch in der Folge dem gleichen oder einem stärkeren Eingriffe. Eine Reihe willkührlicher Ver-

[1]) R. Wagner, in Erichson's Archiv für Naturgeschichte. Berlin, 1841. 8. S. 35 — 38.

[2]) A. Koelliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich, 1844. 8. S. 71.

[3]) Harless, in Erichson's Archiv für Naturgeschichte. Berlin, 1846. 8. S. 126.

suche vermag hier dieselbe Veränderung zu wiederholten Malen leiten.

2062 Es wäre möglich, daß die künftigen Forschungen die Schärfe Unterschiedes verwischten. Die Flimmerhaare können nicht bloß ihr tungen ändern, sondern auch eine Zeit lang ausruhen (§. 1994.) Samenfäden bewegen sich nicht von selbst, ehe sie die höchste Stuf Entwickelung erreicht haben. Der Einfluß des Wassers ist aber d Stande, sie zu ihrer Thätigkeit zu bestimmen. Hat die Brunst auf so verliert sich auch die Beweglichkeit. Dieser Wechsel der Erschei muß von gewissen Nebenbedingungen abhängen. Sollte es gelin künstlich nachzuahmen, so gewönne hier der Versuch denselben gi Boden, den ihm die reizbaren Fasergewebe schon gegenwärtig darb

2063 Die Theile, die sich verkürzen, erhalten eine größere oder ge Zahl von Nerven, welche die Zusammenziehung anregen und beh können. Der Bau der Gewebe und andere Nebenverhältnisse be hierbei, ob der bloße Anspruch der freien Nervenstämme oder der b baren Fasermasse sicherer zum Ziele führt. Der Grad der Wirkun zwar einerseits von der Natur der Gewebe ab; er kann aber auch seits mit der Verschiedenheit der Eingriffe wechseln. Die hierdu dingten Unterschiede beziehen sich jedoch nicht auf die allgemeinen mahle der Wirkung, sondern nur auf die Nebenverhältnisse des E Die Muskelfaser zieht sich in jedem Falle zusammen. Die Größe Kraft dagegen, mit der sie sich verkürzt, hängt von jenen untergeo Bedingungen ab.

2064 Dieser Umstand führte die Physiologie zu dem allgemeinen Au des Reizes. Sie bezeichnet hiermit jeden Einfluß, der die Nerv die Organe zur Entwickelung ihrer eigenthümlichen Thätigkeit ve Die Natur des Mittels dagegen, das diese Wirkung herbeiführ nicht näher berücksichtigt.

Es ist keine Frage, daß diese Benennung auf einer einseitig unvollkommenen Auffassung beruht. Sucht man in ihr mehr, Wort, trägt man das, was sich auf die Gleichheit des Erfolges auf die Ursachen selbst über, so geräth man in eine Reihe unr Vorstellungen, die häufig genug einzelne Physiologen und vorzüglich Pathologen irre geleitet haben. Bedient man sich dagegen nur jene druckes, um jeden Einfluß, der die entsprechende Lebensthätigkeit fr len läßt, kurz zu bezeichnen, so kann man jede Klippe des Irrthur meiden. Alle Wissenschaften bedürfen solcher Stichwörter, um gew gemeine Verhältnisse übersichtlich anzudeuten.

2065 Wie die Physiologie von Reizen, so spricht auch die Phy Wärme- oder Elektricitätserregern. Es ist ihr dann für den Au gleichgültig, ob die Wirkung, die sie bezeichnen will, durch R Druck, Licht, Wärmeatmosphären oder chemische Verwandtschaf Stande gekommen ist. Es genügte ihr zu wissen, daß Wärme ode tricität aus irgend einem Grunde in die Erscheinungen eingreift.

2066 Ein Wärmeerreger kann Temperaturveränderungen in jedem Fal

eiführen. Da alle Körper für diese Art von Einflüssen empfänglich sind,
› bewahrt auch immer die Wirkung denselben wesentlichen Grundcharakter.
Die Wärmecapacität der getroffenen Massen (Bd. I. §. 299) und andere
Lebenverhältnisse bestimmen nur den Grad des Erfolges. Es ist möglich,
daß die Molecularveränderung, welche der Wärmeerreger erzeugt, noch
andere, z. B. elektrische Spannungen, veranlaßt. Mehrere verschiedene
Wirkungen können so gleichzeitig auftreten.

Der Bau des thierischen Körpers führt in dieser Hinsicht zu anderen 2067
Verhältnissen. Die Werkzeuge, die mit Nerven versorgt werden, arbeiten
ihrer Natur nach in verschiedenen Richtungen. Die einen vermitteln die
Empfindungen und andere Bewegungen. Der gleiche elektrische Strom,
der im Auge Lichterscheinungen herbeiführt, bringt die Muskeln zur Ver-
kürzung. Wir haben hier verschiedene Gebiete, die von einander ihren
Thätigkeiten nach in allen Fällen abweichen. Das Wort Reiz kann sich
daher nicht auf Erfolge, die in allen Theilen des Organismus wieder-
kehren, beziehen. Es muß vielmehr nur auf eine gewisse gleichartige
Gruppe von Werkzeugen bezogen werden.

Je weiter die Erkenntniß der Verkürzungserscheinungen fortschreitet, 2068
um so mehr überzeugt man sich, daß hier Molecularwirkungen oder Ver-
änderungen, deren inneres Wesen dem sinnlichen Auge entgeht, dem Gan-
zen zum Grunde liegen. Es wiederholen sich daher hier ähnliche Erschei-
nungen, wie in den Verhältnissen der Cohäsion, der Auflösung, des Lich-
tes, der Wärme und der Elektricität. Die Beobachtung muß die Wir-
kungen so scharf als möglich zu verfolgen suchen. Ist dieses bis auf ei-
nen gewissen Grad fortgeschritten, so kann die Theorie die inneren Mole-
cularveränderungen aus dem gegenseitigen Vergleiche der einzelnen Erfah-
rungen auf dem Wege der Wahrscheinlichkeitsschlüsse zu erläutern suchen.

Die Physik konnte sich bis jetzt nur diesem Endziele in den Lehren 2069
der Schwere, des Lichtes und der Wärme befriedigend nähern. Die Ver-
hältnisse des Magnetismus und der Elektricität werden sich vielleicht mit
der Zeit der gleichen Vortheile erfreuen. Die Aussichten liegen dagegen
für die Erscheinungen der Cohäsion, der Auflösung und der chemischen Ver-
wandtschaft in weiter Ferne. Es fragt sich endlich, ob der menschliche
Geist je vollständig ergründen wird, welchen Molecularveränderungen die
Muskelmasse und die verschiedenartigen Nervengewebe in dem Augenblicke
ihrer Thätigkeit unterliegen.

Die Physiologie muß sich unter diesen Verhältnissen beschränken, den 2070
Thatbestand so scharf als möglich zu verfolgen. Jeder Versuch einer
Theorie des Wesens der Erscheinungen dagegen kann vorläufig nur als
ein verfehltes Streben angesehen werden. Die Bemühungen, die einzel-
nen Theile der Muskelfasern als Scheiben eines galvanischen Apparates
anzusehen [1]) oder die Nervenwirkungen auf Elektricitätserscheinungen zu-

[1]) Wharton Jones, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome. Paris, 1844. 8. p. 325.

rückzuführen (Bd. I. §. 352.), sind deshalb nicht im Stande, ihr Ziel b der gegenwärtigen Lage unserer Kenntnisse zu erreichen.

2071 Reizbarkeit der Pflanzen und der Thiere. — Wir hab früher gesehen, daß Flimmerhaare (§. 1959.) und regsame Samenfäd (§. 2037.) in einzelnen niederen Gewächsen vorkommen. Der Grun charakter ihrer Bewegungen stimmt im Wesentlichen mit dem der entsp chenden thierischen Gebilde überein. Das Gewächsreich liefert aber auß dem noch viele Beispiele, in denen andere Ortsveränderungen allmäh oder plötzlich eingeleitet werden.

2072 Ein bestimmter Stellungswechsel der Theile begleitet den sogenan ten Schlaf der Pflanzen. Die zweckmäßige Ausstreuung des Blume staubes fordert eine bere[illegible]te Lagenveränderung der Staubbeutel, d Staubfäden und selbst der Blumenstiele. Die mathematische Anordnu der Blüthentheile kann hier den Gang, in dem die Erscheinungen fo schreiten, bestimmen[1]).

Die Blätter der Sensitive und anderer Pflanzen[2]), die Staubfäde der Berberitzen und noch mancher, den verschiedensten Abtheilungen a gehörenden Gewächse ändern plötzlich ihre Stellung, so wie sie von ei nem passenden äußeren Reize getroffen werden. Sie bleiben dann ein Zeit lang in ihrer neuen Lage und kehren später allmählig auf den fr heren Standpunkt zurück. Ein neuer Reiz wiederholt aber die früher Erscheinung. Wir haben daher hier denselben Wechsel, den auch die rei baren thierischen Fasern gestatten (§. 2061.).

2073 Die Blätter des Hedysarum gyrans klappen von selbst auf un nieder. Ein hinreichend hoher Wärmegrad bildet die Hauptbedingung di ser merkwürdigen Erscheinung. Ist er vorhanden, so leitet sich die peri dische Schwankung von selbst, wie in manchen thierischen Theilen ein.

2074 Es ist bis jetzt nicht geglückt, die Ursachen, aus denen die versch denen Pflanzenbewegungen hervorgehen, zu ergründen. Die Physiolog der Gewächse steht in dieser, wie in vieler anderen Hinsicht, der d Thiere bedeutend nach. Sie kennt nicht genau die Formveränderungen, welche die Gewebe bei jenem Ortswechsel erleiden, sie vermag oft selb nicht anzugeben, von welchen Zellen er ausgeht.

2075 Läßt sich auch hiernach nicht beurtheilen, ob die Grundkräfte, di hier wirken, mit denen der thierischen Verkürzungsgebilde übereinstimmen oder nicht, so kann man wenigstens behaupten, daß die Art der Benu zung derselben in beiden Reichen wesentlich verschieden ist. Die Zellen, die wir in den reizbaren Theilen der Gewächse antreffen, haben nicht die geringste Formähnlichkeit mit den ausgebildeten Muskelfasern der Thier Die Nerven aber, die in diesen eine so große Rolle spielen, fehlen in jenen gänzlich.

---

[1]) Vergl. Wydler, in den Annales des sciences naturelles. Botanique. Novembre 1845. 8. p. 281 — 285.

[2]) Ein Verzeichniß der wichtigsten reizbaren Gewächse findet sich in M. J. Schleiden, Grundriss der Botanik zum Gebrauch bei seinen Vorlesungen. Leipzig, 1846. 8. Seite 208.

a. Quergeſtreifte Muskelfaſern.

Zackbiegungen durchſchnittener Muskelfaſern. — 2076
an den Muskel eines lebenden oder eines kurz vorher getödteten
der Quere nach, ſo ziehen ſich die beiden Hälften zurück. Es
t ſich auf dieſe Weiſe die Lücke, welche die Verletzung hervor-
Dieſer Zuſtand erhält ſich längere Zeit unverändert.

ne, hinreichend durchſichtige Schichten von Muskeln, deren Fa- 2077
de verlaufen, eignen ſich am beſten, die Formveränderungen, die
erbunden ſind, zur Anſchauung zu bringen. Man kann z. B.
1 Kiefermuskel, einzelne Schenkelmuskeln oder den Arm-Bauch-
s Froſches, die Bauchmuskeln dieſes Thieres, eines Kaninchens
: Katze gebrauchen. Eine Vergrößerung von 27 im Durchmeſſer
n hin, die Hauptſache deutlich zu machen.

lt man ein vollkommenes Bild des Ganzen, ſo ſtellt es ſich, 2078
g. 27. wie es Fig. 27. zeigt, dar. Die Faſern ſind zickzack-
förmig gebogen. Die Winkel der Einknickungen ver-
theilen ſich oft ſo regelmäßig, daß ſich gerade gleichläu-
fige Linien durch ihre Scheitel ziehen laſſen und daß die
Schenkel benachbarter Faſern parallel dahingehen. Es
müſſen daher die Neigungswinkel der einzelnen Ab-
theilungen gleich groß ausfallen.

Dieſer hohe Grad von Regelmäßigkeit bleibt in 2079
llen aus. Hat ſich ſchon die Beſchaffenheit der Muskelmaſſe
ziehen ſich die durchſchnittenen Faſern in geringerem Grade oder
ßig zurück, ſo fällt auch jene Gleichförmigkeit hinweg. Die
ien Faſern biegen ſich dann auf das Mannigfachſte und eine
lbe knickt ſich an ihren einzelnen Stellen ungleich ein. Eine
Reihe von Formen wird auf dieſe Weiſe möglich gemacht.

ig. 28. Fig. 28. giebt uns ein Bild der Art. Scharfe
Einknickungen und welligte Biegungen treten
hier neben einander auf.

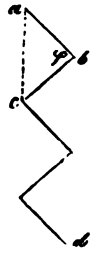
Die beiden Seiten des Winkels, den jeder 2080
einzelne Theil der Muskelfaſer bildet, verlaufen
in der Regel gerade, wie es Fig. 27. darſtellt.
Wir ſehen aber ſchon in Fig. 28., daß auch meh-
rere untergeordnete Einſchnürungen von einem
und demſelben Theile vorkommen können. Man
ſtößt ſogar bisweilen auf Fälle, in denen jeder
Schenkel einer ſcharf ausgeſprochenen Winkelbiegung aus einer
Zickzacken beſteht. Die Einknickung iſt daher nicht an beſtimmte
ängenabſtände der Muskelfaſer gebunden, ſondern kann wahr-
an jeder beliebigen Stelle zu Stande kommen.

berzeugt ſich leicht, daß die Zickzackbiegungen in keinem beſtimmten Verhält-
Verlaufe der feineren Nerven, die ſich in dem Muskel verbreiten, ſtehen.

Die früher von Prevoſt und Dumas ausgeſprochene Anſicht, daß jene beiderlei Gewebtheile rechte Winkel mit einander bilden, fällt daher von ſelbſt hinweg.

2081 Denken wir uns, eine Reihe von Muskelfaſern beſitze regelmäßige Zickzackbiegungen, wie es Fig. 27. zeigt, ſo wird ihr querer Durchmeſſer auf Koſten der Länge zunehmen. Die entſprechende Anordnung des Ganzen muß zugleich eine Reihe von fortlaufenden Erhebungen und Vertiefungen, die einander der Quere nach entſprechen, erzeugen. Wiederholt ſich dieſes in größeren Raumſtrecken, ſo wird das freie Auge die hierdurch bedingte Vertheilung von Licht und Schatten unterſcheiden können. Es wird dieſes um ſo leichter, je gleichförmiger die einzelnen Muskelfaſern verlaufen, möglich werden.

2082 Fig. 29.



Stellen wir uns vor, *abc* bezeichnet die Geſtalt einer ſtark eingeknickten Faſer, ſo giebt das Verhältniß von *ab* und *bc* zu *ac* das Maaß der auf dieſem Wege bewirkten Längenverminderung, *ac* die zuletzt vorhandene ſcheinbare Länge des Muskelſtückes und φ die Größe des Einknickungswinkels. Alle dieſe Werthe können in hohem Grade wechſeln. Sie weichen oft von einander in benachbarten Muskelfaſern und ſelbſt an verſchiedenen Stellen einer Faſer ab. Nur die größten und die kleinſten Zahlen, ſo wie die aus größeren Beobachtungsreihen gezogenen Mittel nehmen unter dieſen Verhältniſſen ein beſonderes Intereſſe in Anſpruch.

2083 Halten ſich auch immer die einzelnen Biegungen in Räumen, die erſt mittelſt ſchwacher Vergrößerungen wahrgenommen werden können, ſo ſchwanken ſie doch innerhalb ihres beſchränkten Gebietes in nicht unbedeutenden Grenzen. Legen wir die Bauchmuskeln des Froſches als Beiſpiel zum Grunde, ſo pflegen 2 bis 3 Einknickungen der regelmäßigſten und ſtärkſten Zickzacke auf einen Millimeter Längenabſtand zu kommen. Dieſer nimmt aber auch oft 4 bis 8 mittlere und eine noch größere Zahl untergeordneter Zickzacke auf. Ein größerer Schenkel allein zeigt bisweilen 3 bis 8 kleinere Krümmungen.

2084 Erreicht die Zickzackbiegung einen hohen Grad von Vollkommenheit und Regelmäßigkeit, ſo haben die beiden Schenkel des Einknickungswinkels beinahe die gleiche Länge. Iſt dieſes nicht der Fall, ſo kann die Größe des einen die des anderen um das Drei- bis Vierfache und noch mehr übertreffen. Die Beſtimmung des Einknickungswinkels wird hiernach erleichtert oder erſchwert.

Will man dieſen unmittelbar meſſen, ſo bedient man ſich eines Oculars, das mit einem Fadenkreuz verſehen iſt und um einen graduirten Kreisbogen gedreht werden kann. Man ſtellt den einen Faden ſo ein, daß er den Rand des einen Schenkels deckt und der Kreuzungspunkt in den Scheitel des Winkels fällt. Hat man den Stand des Oculars am Kreisbogen abgeleſen, ſo dreht man es, bis derſelbe Faden auf den Rand des anderen Schenkels ſtößt. Der Kreuzungspunkt muß dabei den Mittelpunkt der Wendung bilden und während des ganzen Verſuches auf dem Scheitel des Winkels ſtehen bleiben. Der Unterſchied des gegenwärtigen und des früheren Ortes des Ocular giebt die Größe des Winkels an. Man hat ſich des gleichen Verfahrens bedient, um die Winkel mikroſkopiſcher Kryſtalle zu meſſen.

Nehmen wir z. B. an, der Kreisbogen, um den die Marke des Oculars gedreht

kann, sei in 100 Grade getheilt, sie stand am Anfang der Beobachtung bei
am Schlusse derselben bei 40°, so wird der gesuchte Winkel 20° der Eintheir ⅕ eines ganzen Kreisbogens, d. h. 72° betragen.
sucht man dieses Verfahren zu gebrauchen, so findet man bald, daß es nicht
30. kleine Fehlerquellen trotz seiner scheinbaren Einfachheit mit sich führt. Man kann sogar selbst bei sorgfältigen Bestimmungen um mehrere Grade irren. Die trigonometrische Berechnung gewährt dagegen eine größere Sicherheit. Ihre Fehler können nur aus den Irrungen der mikrometrischen Längenmessung der drei Seiten *ab*, *bc* und *ac* hervorgehen. Darf man *abc* als ein gleichschenkeliges Dreieck ansehen, so kann man das Mittel der für *ab* und *bc* gefundenen Zahlen mit größerem Vertrauen zum Grunde legen. Bd. I. Anhang Nr. 46.

Wählen wir als Beispiel ein Präparat der Bauchmuskeln des Frosches. *ac* glich hier 0,230, *ab* 0,126 und *bc* 0,226 Millimeter. Der Einknickungswinkel betrug daher 75° 43′ bei dieser unregelmäßigeren Form. Glichen dagegen *ac* 0,230 und *ab* sowohl als *bc* 0,163 Mm., so erhielten wir für ihn 90 Grad.

e stärksten Einknickungen, die man bis jetzt an den rothen Muskel- 2085
risch getödteter Säugethiere oder Frösche beobachtet hat, bildeten
inkel, die mehr als 30° betrugen. Die gewöhnlichen regelmäßi-
mittleren liegen ungefähr zwischen 50° und 130°. Die Grenz-
die sich zwischen 130° und 180° befinden, gehören nur den schwäch-
kzacken an. Sie kommen an Muskeln, deren Moleculareigenschaf-
zu ändern begonnen haben, am Häufigsten vor.

gen sich die Muskelfasern zickzackförmig zusammen, so bilden *ab* 2086
31. und *bc*, Fig. 31., ihre wahre und *ac* ihre scheinbare Länge. Die Verkürzung wird durch den Unterschied, den *ac* und *ab* plus *bc* darbieten, bestimmt. Die letztere Summe gleicht aber der ursprünglichen Länge, wie sie vor der Durchschneidung bestanden hat. Nimmt man sie als Einheit, so kann man den Verkürzungswerth als einen allgemeinen Bruchtheil derselben ausdrücken.

So einfach dieses zu sein scheint, so sehr verwickelt sich 2087
die Sache, so wie man die Werthe in der Erfahrung zu bestimmen sucht. Die ursprüngliche Länge eines gegebenen Muskels wechselt mit dem Grade der Spannung, in den ihn
e der Theile, an die er sich befestigt, versetzt hat. Gehört er
u den Beugern, so ist jene bei größter Biegung des Gliedes auf
iedrigsten, bei kräftigster Streckung auf ihren höchsten, und bei
tleren Stellung der Theile auf einen Durchschnittswerth von bei-
ückgeführt. Wir wollen diese letztere Größe den bald zu erwäh-
Zahlenwerthen zum Grunde legen und sie kurz mit dem Namen
ürlichen Länge bezeichnen.

rchschneidet man den Muskel an einer Seite, so verkürzt er sich 2088
bestimmte Größe. Die Längenabnahme vergrößert sich aber von
so wie man ihn auch an dem anderen Ende quer trennt. Man
her wenigstens diesen doppelten Eingriff versuchen, um sich den
ılgrößen, die hier möglich sind, anzunähern.

ir werden bald sehen, daß keine großen Zugkräfte nöthig sind, um 2089

die Wellen- oder Zickzackbiegungen aufzuheben. Befindet sich die Muskelmasse in Verhältnissen, unter denen der Reibungswiderstand der Unterlage kräftiger einzuwirken vermag, so wird hierdurch das Ergebniß des Versuchs beeinträchtigt werden. Kurze und frei schwebende Massen können daher hier größere Werthe, als lange und fest angeheftete geben.

2090 Die Längenverminderung, die wir unmittelbar messen, wird noch von dem Verlaufe der Fasern wesentlich abhängen. Gehen sie parallel und gerade dahin, so erhalten wir den vollständigen wahren Werth. Haben wir dagegen einen Muskel, wie den Wadenmuskel, in dem ein Theil der Fasern in den verschiedensten Bahnen verläuft, so wird der Verkürzungswerth, wie wir ihn unmittelbar finden, kleiner, als er wahrhaft ist, ausfallen. Man kann daher auch nicht die Größen, die man hier erhält denen, die geradfaserige Muskeln ergeben, ohne Weiteres gleichstellen.

2091 Gerber und ich trennten verschiedene Muskeln eines eben getödteten Pferdes der Quere nach. Die beiderseitigen Durchschnittslinien waren nicht ganz 3 Centimeter von einander entfernt. Ihre Orte wurden so ausgewählt, daß der größte Theil der zwischen ihnen liegenden Muskelfasern mehr oder minder gerade verlief. Sie zogen sich dann um ⅓ bis ⅗ zurück. Wiederholte ich das Gleiche an den geradfaserigen Muskeln des Frosches, so erhielt ich ⅕ bis ½. Der Wadenmuskel dieses Thieres ergab ⅕ bis ¼ und der des Kaninchens ¼.

Anhang Nr 97.

Prevost und Dumas fanden schon früher 0,23 für die Bauchmuskeln des Frosches. Meine Werthe liegen im Durchschnitt bei 0,32 und erheben sich im Maximum auf 0,40.

2092 Die Schwankungen, die sich hier kund geben, lehren schon, daß frische reizbare Muskeln in sehr ungleichem Maaße einknicken. Die mikroskopische Beobachtung bestättigte das Gleiche. Ein Theil dieser Verschiedenheit liegt in äußeren Verhältnissen. Zu starke Zerrung des Muskels, übermäßige Hindernisse der Reibung und andere mechanische Widerstände können hier die Schuld tragen. Es ist jedoch noch unbekannt, ob und in wiefern innere Ursachen mitwirken.

2093 Wir werden in der Folge sehen, daß sich leicht die physikalischen Eigenschaften der Muskelfasern nach dem Tode ändern. Die Bildung der Zickzacke kann hierdurch beeinträchtigt werden. Kräftige und reizbare Muskeln scheinen ihr Auftreten am Ehesten zu begünstigen. Man stößt jedoch noch oft auf sie, wenn schon alle Reizbarkeit geschwunden ist. Ich sah selbst noch einzelne Wellenkrümmungen in dünnen Schichten der Bauchmuskeln eines Frosches, der vier Tage vorher getödtet worden war. Durchschnitt ich die Oberschenkelmuskeln einer Katze im Anfange der stark ausgesprochenen Todtenstarre der Quere nach, so vergrößerte sich noch die Trennungslücke bedeutend. Wiederholte ich den Versuch 12 Stunden später an dem anderen Schenkel, so fehlte die Längenabnahme der Muskelmasse.

2094 Haben wir ein Präparat mit vollkommen regelmäßiger Zickzackbiegung, wie es Fig. 27. versinnlicht, so können wir ohne erhebliche Fehler voraussetzen, daß die beiden Schenkel der Einknickung dieselbe Länge ha-

ben und alle unter einander gleich sind. Diese Annahme macht es dann möglich, den Einknickungswinkel selbst aus dem bloßen Werthe der Längenabnahme zu berechnen. Anhang Nr. 98.

Nehmen wir z. B. an, diese betrüge 0,658, so würde der Biegungswinkel 40° gleichen. Ein Rechter foderte 0,293 oder beinahe $^3/_{10}$ und ein Winkel von 120° 0,13 des Ganzen. 2095 Anhang Nr. 97. u. 98.

Betrachten wir 0,58 und 0,19 als die durch Beobachtung gefundenen Grenzwerthe der Längenabnahme, so liegen die durchschnittlich hieraus zu berechnenden Winkel zwischen 49°41′ und 108°12′. Das Mittel der Froschwinkel gab 0,71 oder 90°28′. 2096

Trennt man eine Muskelmasse der Quere nach, so kommen die Zickzackbiegungen am Leichtesten zum Vorschein. Es giebt auch Verhältnisse, unter denen man sie ohne Verletzungen der Art in lebenden Thieren beobachten kann. Die oberflächlichen Kehlmuskeln der Frösche und die innern Bauchraummuskeln mancher Eingeweidewürmer eignen sich hierzu am besten. 2097

Umwickelte ich einen Frosch mit Leinwand, so daß nur der Kopf und der oberste Theil des Rumpfes frei blieben, spaltete alsdann die Haut der Länge nach von der Mitte des Unterkiefers bis zur Gegend des Brustbeines und quer bis zu den beiden Kieferrändern und legte die oberflächlichen Kiefermuskeln frei, so ließ sich das ganze Thier so unter Wasser bringen, daß man die Fasern der entblößten Muskeln ohne störenden Athemzug mikroskopisch beobachten konnte. Die meiste Schwierigkeit bietet dabei die Athmung dar. Tauchte der Kopf völlig unter, so wurde sie nicht gestört. Der Versuch mißglückte deshalb nicht selten. 2098

Spielten die Kehlmuskeln wie gewöhnlich, so sah man, wie sich ihre Fasern abwechselnd zickzackförmig einlegten und wiederum gerade stellten. Die Blutgefäß- und Nervenstämme, die zwischen ihnen verliefen, schlängelten sich ebenfalls. Dieser Gestaltwechsel wiederholte sich 74 Mal in der Minute in einem genauer geprüften Falle.

R. Wagner[1]) beobachtete, daß die Fasern von Distoma duplicatum an dem unversehrten Thiere Zickzacke bildeten, deren Winkel sich einem Rechten annäherten. Die Frage, ob diese Erscheinungen mit der lebendigen Verkürzung zusammenhängen oder nicht, wird uns später beschäftigen.

Andere Formveränderungen der getrennten Muskelfasern. — Hat man die frischen quergestreiften Muskeln eines Frosches durchschnitten, so nehmen die Enden der Fasern manche eigenthümliche 2099

[1]) R. Wagner, Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig, 1845. 8. Seite 427.

Formen an. Fig. 32. zeigt uns eine Reihe derselben. Manche M

Fig. 32.

fasern spitzen sich oben hin zu, ande gegen sind ausge oder selbst wie de schlag eines Rock umgestülpt. Es überdieß hierbei die nigfachsten Mittel ten vorkommen. D gespitzten oder umg genen Endtheile sc oft einen Hohlrau Die inneren Fäden sind in diesem Falle tiefer, als die äußeren abg

2100 Diese Bilder erhalten sich längere Zeit. Sie überleben oft die der Reizbarkeit des Präparates. Es kommt jedoch auch vor, da Form nach und nach wechselt. Die feineren mikroskopischen Unters gen deuten darauf hin, daß sich hierbei die äußeren und die inner den der Muskelfasern ungleich verhalten [1]).

2101 Die Querstreifen, welche die eine Gruppe der Muskelfasern hem Grade charakterisiren, lassen sich nicht in allen Fällen beob Man findet bisweilen Fasern, die nur Längsfäden, andere, die ei geordnete und noch andere, die eine regelmäßige Querstreifung dar Diese verschiedenen Bilder lassen sich z. B. in manchen Fischen am testen wahrnehmen. Es müssen daher hier gewisse Wechselverhä durchgreifen.

2102 Drei bemerkenswerthere Ansichten sind über die Natur dieser linien aufgestellt worden. Die Einen leiten die Querstreifung von eigenen gestreiften Scheide, die Anderen von regelmäßig vertheilter tenanschwellung und noch Andere endlich von Zickzackbiegungen oder ralwindungen der feinsten Muskelfäden her [2]). Wenn dagegen e Forscher annehmen, daß ein besonderes trennbares Schraubenba Muskelfaser umgebe, so sprechen die meisten Untersuchungen der n Beobachter gegen diese Anschauungsweise. Es kommt in niederen belthieren, wie in den Medusen vor, daß die Querstreifen nur w der Verkürzung in die Augen fallen.

2103 Es gelingt bisweilen noch, unvollkommen oder vollständig he hende Furchen an einzelnen Muskelfasern wahrzunehmen. Manche erstarrte Muskeln der Frösche, die der Insekten und anderer wirb Geschöpfe führen am Häufigsten zu solchen Anschauungen.

2104 Hüllen der Muskelfasern. — Die einfache Scheide, Fi welche jede quergestreifte Muskelfaser umgiebt, das Sarcolemm Myolemma ändert nicht selten seine Form, so wie das Präpar

[1]) Vergl. Will, in Müller's Archiv. 1843. S. 363. u. Hannover, Ebend 1840. Seite 551.

[2]) Will, Ebendaselbst. Seite 353 — 366.

Wasser befeuchtet worden. Ist es nicht zu straff angezogen, so gelingt es bisweilen, einzelne Falten an ihr wahrzunehmen. Biegt sich die Faser knieförmig, so legt sie sich oft in den Winkel der Krümmung hinein. (Fig. 34.) Bildet sie auch nur einen schwachen Bogen, so bemerkt man

Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 36.

nicht selten Falten oder Runzeln, die mehr oder minder durchgehen (Fig. 35.). Liegt sie endlich völlig eingerollt, so kann die Spannung an der converen Seite so groß werden, daß ein Zwischenraum das Sarcolemma von der übrigen Muskelfaser trennt, wenn selbst diese noch an den Nachbarstellen faltig zusammengelegt ist (Fig. 36.). Die Wassereinsaugung macht auch örtliche Auftreibungen möglich.

Formveränderung der lebendig verkürzten Muskelfa- 2105
sern. — Die unmittelbare Anschauung lehrt, daß ein Muskel, der sich zusammenzieht, an Länge ab- und in seinem Querdurchmesser zunimmt. Die Art und Weise, wie sich hierbei die letzten Formelemente verhalten, ist noch gegenwärtig in das tiefste Dunkel gehüllt.

Steht das Herz oder das Zwerchfell still, so ruft oft noch der Reiz 2106
des herumschweifenden oder des Zwerchfellnerven neue Zuckungen hervor. Sind diese unvollkommen, so kräuseln sich nur einzelne Muskelfaserbündel. Aehnliche Wellen- oder Zickzackbewegungen kommen oft von selbst an bloßgelegten Muskeln früh getödteter Thiere zu Stande. Leisere mechanische Eingriffe, welche die Oberfläche der Muskeln treffen, können sie ebenfalls hervorrufen.

Erscheinungen der Art bewogen viele Physiologen des vorigen Jahrhunderts, die Muskelzusammenziehung als eine Kräuselung, die sich von

Stelle zu Stelle längs der einzelnen Muskelfasern fortpflanzt, zu betrachten.

2107 Diese Ansicht schien eine neue Stütze gewonnen zu haben, nachdem Prevost und Dumas die Zickzackbildungen der durchschnittenen Muskeln genauer untersucht hatten. Das Vergrößerungsglas lieferte hier eine Formveränderung, welche die Längenabnahme bildlich vor Augen führte. Viele Forscher nahmen daher an, daß der Vorgang der lebendigen Verkürzung auf der gleichen Zickzackbildung beruhe. Die §. 2098. angeführten Verhältnisse, unter denen sie auch in lebenden Geschöpfen abwechselnd hervortreten und verschwinden, konnte als ein fernerer Beweis angesehen werden.

2108 Untersuchungen, die unter stärkeren Vergrößerungen vorgenommen wurden, lehrten zugleich, daß sich häufig die Muskelfasern zusammenziehen und erschlaffen, ohne daß solche Einknickungen in irgend einem Zustande derselben beobachtet werden. Sie ändern sich hierbei nicht an einzelnen Abschnitten, sondern an allen Stellen ihrer Masse. Man bemerkt einen Ruck oder ein wurmartiges Kriechen, das meist im Augenblicke vorüber hineilt. Die Muskulatur der Vorkammern eignet sich z. B. nicht selten, diese Erscheinung vorzuführen. Viele neuere Forscher bezeichneten daher diese Art von Zusammenziehung als die moleculare Verkürzung der Muskeln und glaubten, daß sie neben den Zickzackbeugungen im Leben auftrete.

2109 Es ist Ed. Weber [1]) zuerst nachzuweisen gelungen, daß die Einknickungen der stärkeren lebendigen Zusammenziehung nicht angehören, daß vielmehr die moleculare Veränderung den Vorgang der Verkürzung in jedem Falle beherrscht. Der Wechsel der Zickzackbeugung und Streckung der Fasern, der an den Kehlmuskeln des Frosches beobachtet werden kann (§. 2098.), dauert weniger, als eine Secunde. Es ist daher unmöglich, das, was der Erschlaffung und das, was der Verkürzung zukommt, mit Sicherheit zu unterscheiden. Die früheren Vorstellungen, die man fast allgemein von der Natur der Zickzackbeugungen hatte, mußten die Deutung bestimmen. Dasselbe gilt wahrscheinlich von den ähnlichen Erfahrungen, die an den Eingeweidewürmern gemacht wurden.

2110 Bedient man sich einer einfachen galvanischen Kette, um die Muskelmasse zu reizen, so kehrt derselbe Uebelstand wieder. Die Veränderung währt wiederum nur einen Augenblick. Man hat nicht Zeit genug, sie mit hinreichender Sicherheit aufzufassen und zu zergliedern. Kein Forscher hat übrigens, so viel ich weiß, angegeben, daß sich die Muskelfasern unter dem Einflusse des Galvanismus zickzackförmig beugen.

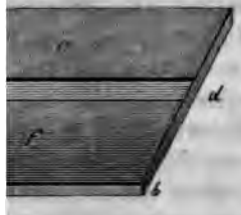
2111 Wir werden später sehen, daß die Muskelmassen, wenn man eine Reihe galvanischer Schläge kurz hintereinander einleitet, anhaltend verkürzt bleiben. Die Rotationsmaschinen und die Magnetelektromotoren (Bd. I. §. 363.) erfüllen diesen Zweck am Einfachsten. Ed. Weber hatte den glücklichen Gedanken, diese Apparate für das Studium der Muskelbewe-

[1]) Ed. Weber, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Braunschweig, 1846. 8. S. 61 — 64.

rauchen und so Erscheinungen zu fesseln, die sonst blitzähnlich

ich die Veränderungen, welche die Muskelfasern während ihrer lebendi-
erleiden, zur Anschauung bringen, so gebraucht man als Objectträger
ein Stückchen Spiegelglas *a b*, von dem in
der Mitte *c d* (Fig. 37.) das Amalgam ent-
fernt worden ist. Hat der Tisch des Mikro-
skopes zwei Löcher, um das Mikrometer oder
einen Schraubtisch einzufügen, so führt man
die beiden Leitungsdräthe so durch sie durch,
daß ihre mit Seide umsponnenen Stücke das
Metall des Mikroskoptisches berühren. Die
freien metallischen Enden werden hierauf ha-
ckenförmig umgebogen. Man stellt den einen
Drath mit seinem freien Ende auf dem Amal-
gam des Objectglases *e* fest. Das andere

Fig. 37.



wenige Millimeter von dem gegenüberliegenden Theile *f* der Folie ent-
nge Bewegung des Drathes reicht hin, auch hier die Berührung einzu-
erbindung, wenn sie vorhanden ist, zu unterbrechen.
inen dünnen Abschnitt eines geradfaserigen Muskels, wie des geraden
s Armbauchmuskels, des Schenkelbeugers des Frosches quer über den
Spiegelplatte, so daß die Enden desselben auf dem Amalgam ruhen, so
iner Gewalt, die Wirkung des Magnetelektromotors durch die Muskel-
der nicht. Eine Vergrößerung von 27 im Durchmesser reicht hin, die
erungen wahrzunehmen.

h die Muskelfasern zickzackförmig gebogen, so schwinden die 2112
so wie der Magnetelektromotor den Starrkrampf herbeiführt.
die sich unter seinem Einflusse zusammenzieht, streckt sich
mmt an Länge ab, an Breite und Dicke dagegen zu. Be-
mte untersuchte Muskelmasse den nöthigen Grad von Em-
o erblickt man keine einzige Kniebeugung mehr in dem ganzen
Wird die Verbindung mit dem Magnetelektromotor aufge-
en die Einknickungen wieder.
ıtsachen müssen auch der Beurtheilung unvollkommenerer Er- 2113
n Grunde gelegt werden. Setzte nämlich die galvanische
e Längenabnahme, welche die Kniebeugungen bedingen, un-
, so würden sich die Winkel, die sie bilden, verkleinern.
ie moleculare Zusammenziehung den Einknickungen entgegen,
jene zweien Rechten um so eher nähern, je tiefer die leben-
ung durchgreift.
barkeit der einzelnen Muskelfasern schwindet in ungleichen 2114
Man hat daher häufig ein Stück, in dem noch ein Theil
n Strom genügend beantwortet, ein anderer dagegen ihn
oder gar nicht mehr berücksichtigt. Es erklärt sich hieraus,
die beiden entgegengesetzten Veränderungen der Zickzackbie-
rlaufe dieser Untersuchungen zu beobachten Gelegenheit hat.
ich mich der dünneren Schenkelmuskeln der Frösche, so er- 2115
bisweilen, daß einzelne Fasern, die vorher stark eingeknickt
fere Winkel unter dem Einflusse des Magnetelektromotors
ren sie z. B. früher rechtwinkelig gefaltet, so neigten sich

später ihre Schenkel unter 120° bis 160°. Die Reizbarkeit war offenbar so tief gesunken, daß der Galvanismus nicht mehr die Gewalt hatte, die Faser vollkommen gerade zu strecken, sondern sie nur diesem Zustande möglichst anzunähern.

2116 Andere Präparate zeigten gerade das Entgegengesetzte. Der galvanische Strom führte zu spitzeren Einknickungswinkeln. Wir müssen schließen, daß die Fasern, welche diese Verhältnisse darboten, ihre Empfänglichkeit verloren hatten. Sie wurden aber von der benachbarten noch thätigen Muskelmasse fortgezogen und stärker eingeknickt.

2117 Wir haben früher (Bd. I. §. 78.) bemerkt, daß die mannigfachen Gewebe die Lage ihrer Theile in verschiedener Weise ändern, so wie sie ihre natürlichen Spannung beraubt werden. Viele Fadencylinder krümmen sich dann wellenförmig in parallelen Bündeln, andere Fasern dagegen nicht. Rührt aber immer die lebendige Verkürzung der Muskelfasern von einer moleculären Veränderung her, so müssen die Zickzackbiegungen dem Verluste der natürlichen Spannung zugeschrieben werden.

2118 Es gehört zu den Ausnahmen, daß sie von vorn herein, wie in den Kehlmuskeln der Frösche vorhanden sind (§. 2098.). Die Ansatzpunkte der meisten Muskeln liegen vielmehr so weit auseinander, daß die Fasern wie Seile schwach angezogen werden und deshalb gerade verlaufen. Durchschneidet man sie an der einen Seite und giebt sie so gleichsam frei, so faltet sich ein Theil ihres Längenverlaufes. Sie verkürzen sich daher. Trennt man sie in einiger Entfernung von Neuem, so wiederholt sich das Gleiche an anderen Stellen. Die Kürze des Abstandes der Durchschnittspunkte hat daher einen wesentlichen Einfluß auf die Größe der Lücke, die hierbei erzeugt wird (§. 2088.).

2119 Die inneren Eigenschaften der Muskelmasse wechseln häufig im Leben, sie ändern sich aber vorzüglich leicht nach dem Tode der Theile. Die Regelmäßigkeit oder Unregelmäßigkeit der Zickzacke, ihre spitzeren oder abgerundeteren Winkel hängen zum Theil mit dem Wechsel des Massenzustandes zusammen. Die Reibung und andere Hindernisse bestimmen außerdem noch die Erscheinungen, die hier auftreten. Künftige Erfahrungen werden aber noch erklären müssen, weshalb die Einflüsse der verminderten Spannung in den Muskelfasern zu anderen Formveränderungen, als in dem Zellgewebe führen, aus welchen Gründen dort scharfwinkelige Einknickungen, hier dagegen leisere Wellenbiegungen vorzuherrschen pflegen. Da die Zickzacke an den einfachen Muskelfasern ebenfalls vorkommen, so kann der Grund der Erscheinung nicht ausschließlich in den besonderen Eigenthümlichkeiten der quergestreiften Gebilde liegen.

2120 Die Gestalten, welche die Endstücke querdurchschnittener Muskelfasern besitzen (§. 2099.), ändern sich oft nicht, wenn selbst der Magnetelektromotor lebhaft einwirkt. Ich konnte wenigstens keinen Formenwechsel in einer Reihe von Präparaten wahrnehmen.

2121 Gebraucht man stärkere Vergrößerungen des Mikroskopes, so stößt die Beobachtung auf manche Schwierigkeiten, weil die Dickenzunahme, welche die Verkürzung begleitet, die Stellen, die man eben im Gesichtsfelde hatte,

n Grenzen der Brennweite entrückt. Gelingt es, dieses Hinderniß zu erwinden, so bemerkt man, daß die noch vollkommen reizbare Faser an len Punkten breiter wird, daß ihre Querstreifen näher rücken und schärfer rvortreten. Man kann aber nicht der Kleinheit der Theile wegen beob- ɔten, wie sich die einzelnen Längenfasern verhalten, ob sie sich gleich- ßig verbreitern oder nicht. Liegt eine innere Molecularveränderung der rkürzung zum Grunde, so wird hier immer das Wesentlichste dem sinn- hen Auge eben so gut, als in den Auflösungserscheinungen oder den ärmewirkungen verschlossen bleiben.

Nimmt auch jede kraftvolle Verkürzung alle Theile der Muskelfaser 2122
ichzeitig in Anspruch, so scheinen doch schwächere Regungen nur einzelne schnitte in Thätigkeit zu versetzen. Die hervorstehenden Muskelfasern sgerissener Flügelfüße schwingen nicht selten pendelartig hin und her[1]). ie Wirkung scheint sich hier auf umschriebene Stellen zu beschränken. an bemerkt auch nicht selten an den Muskelfasern des Zwerchfells oder s Herzens der Säugethiere, an denen des Krebses und anderer wirbel- ser Geschöpfe, wie die Bewegung wurmförmig fortkriecht und die Seiten- nder der Muskelfasern abwechselnde Wellenbiegungen bilden. Verschie- ne Stellen des Längenverlaufes arbeiten hier in geordneter Reihen- ge[2]).

Umfangsverhältnisse der erschlafften und der verkürz- 2123
en Muskeln. — Vergrößert auch die Zusammenziehung die queren urchmesser auf Kosten der Länge, so läßt sich hiernach noch nicht beur- eilen, wie sich dabei der Umfang des Ganzen verhält. Er kann eben gut unverändert bleiben, als zu- oder abnehmen.

Betrachtet man diese Frage von theoretischer Seite, so könnte man 2124
f den ersten Blick einen Grund finden, weshalb sich das Volumen ver- inern müsse Die Ernährungserscheinungen führen zu dem Schlusse, daß e Muskelzusammenziehung mit einem Stoffumsatze verbunden ist[3]). Leb- fte Bewegung vergrößert die unmerklichen Ausgaben. Die Arbeit der uskeln erzeugt wahrscheinlich eine gewisse Menge von unbrauchbaren und her davongehenden Verbindungen. Entfernen sich diese auf der Stelle, wird sich die Masse verkleinern (Vgl. auch §. 2129.).

Bedenken wir aber, daß die verhältnißmäßigen Mengen, die ein Fisch er ein Frosch liefert, sehr gering sind, daß sie nicht ausschließlich von der ätigkeit der Muskelmassen herrühren und daß sich selbst die Werthe, die ien gehören, auf eine Reihe von Zusammenziehungen vertheilen, so müssen rkürzungen, die kaum länger als eine Minute anhalten, so unbedeutende engen liefern, daß sie der feinsten unmittelbaren Messung entgehen. Die eantwortung der uns hier beschäftigenden Frage kann daher nur auf dem ege des Versuches erledigt werden.

Die bisherigen Beobachtungen haben bewiesen, daß keine erhebliche 2125

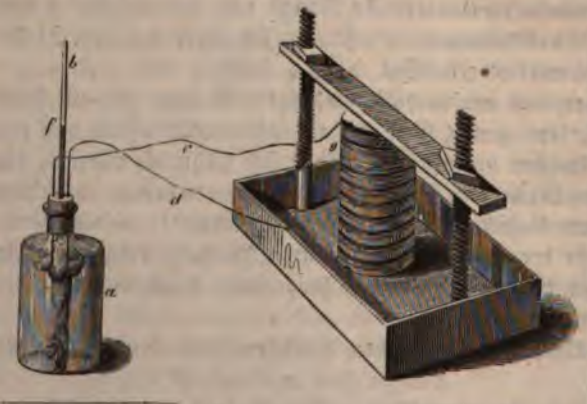
[1]) De functionibus nervorum. Bernae, 1839. 4. p. 124. Remak, in Müller's Archiv. 1843. S. 186. Will, Ebendaselbst. S. 355.
[2]) Vergl. Remak, a. a. O. S. 183 fgg.
[3]) Vergl. Helmholtz, in Müller's Archiv. 1845. S. 72 — 83.

Umfangsveränderung die Muskelverkürzung begleitet. Es ist dageger ungewiß, ob sich das Volumen völlig gleich bleibt oder ob eine höch bedeutende Abnahme desselben eintritt. Prevost, Dumas und ich bem keine Raumabnahme in den Fröschen. Matteucci[1]) fand das Gleic diese Thiere und den Zitteraal. Ermann dagegen gab an, daß s Umfang bei der Verkürzung der Schwanzmuskeln des Aales verkl Marchand kam hier zu zweifelhafteren Ergebnissen. Weber[2]) d glaubt, daß seine an diesem Thiere angestellten Versuche die Volu verminderung eher bestättigen, als widerlegen. Sie ist jedoch na so unbedeutend, daß er auch seinen Rechnungen den Satz zum G legte, daß sich die Abnahme der Länge mit der Vergrößerung der durchmesser ausgleicht.

2126 Man kann daher die Frage, ob sich die Muskeln in dem Zu der Verkürzung verdichten oder nicht, bei der Berechnung des schnittes der Fasern und in ähnlichen Aufgaben außer Acht lassen. alle bisherigen genaueren Erfahrungen stimmen darin überein, die Messungen, welche die Untersuchung der Kraft und des effectes der Muskelfasern fordern, größere Fehlerquellen, als die Ve lässigung jenes Verhältnisses mit sich führt, einschließen. Es bleib dessenungeachtet wünschenswerth, daß jene zarte Aufgabe mit m feinen Maaßinstrumenten von Neuem geprüft werde. Sollte ei Wissenschaft so weit fortschreiten, daß man ernstlich den Versuch n könnte, die innere Natur der Molecularveränderung der verkürzten M fasern physikalisch und mathematisch zu verfolgen (§. 2068. bis §. 207 wird es allerdings von Wichtigkeit sein, bestimmt zu wissen, ob der z mengezogene Muskel seinen Umfang um eine Minimalgröße ändert oder

Will man sich schon im Kleinen an einem Froschschenkel überzeugen, daß die menziehung den Umfang des Muskels in keiner wesentlichen Weise ändert, so wäh eine Flasche, *a*, Fig. 38., in deren Hals ein genau eingeschliffener, mit drei Löche sehener Bleizapfen

Fig. 38.



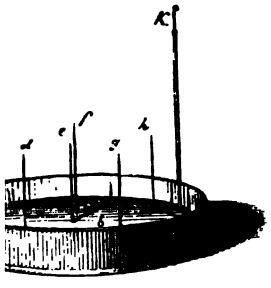
Eine Röhre *b*, di 3 Millimeter im mißt, geht dur mittlere Oeffnung. Kupfer- oder M dräthe, *c* und *d*, Ausnahme ihrer förmig gebogenen stücke mit Sieg überzogen sind, durch die beiden a Löcher des Zapfen durchgeführt. Ist geschehen, so üb man dessen ober untere Fläche mit so daß Alles vollk schließt.

[1]) C. Matteucci, Leçons sur les phenomènes physiques des corps vivants. 1847. 12. p. 306. 307.

[2]) Ed. Weber, a. a. O. S. 52 — 54.

reizbarer enthäuteter Froſchſchenkel *e*, Fig. 38., wird an den Hacken der
und *d* aufgehängt und in die Flaſche *a*, nachdem man ſie mit lauwarmem
s an ihren Rand gefüllt hat, eingeführt. Stößt man nun den Bleizapfen
o daß er die Flüſſigkeit, die in dem Flaſchenhalſe vorhanden iſt, verdrängt, ſo
Theil derſelben in der Röhre *b* bis *f* in die Höhe.
auwarme Waſſer gewährt den Nutzen, daß ſich die Reizbarkeit länger erhält.
daher eine größere Reihe von Verſuchen an einem Präparate anſtellen.
n Erfahrungen ter Art ſichere Schlüſſe geſtatten, ſo müſſen alle Luftbläschen,
iſch hängen geblieben, entfernt werden. Denken wir uns, es ſei noch eine ge-
ge derſelben vorhanden und ſie hätten einen Druck ausgehalten, ſo könnten ſie
hrer Compreſſionselaſticität (Bd. I. §. 71.) nachgeben. Man erhielte ſo eine
inderung, die nur von zufälligen Nebenverhältniſſen abhinge.
Basbläschen haften am Leichteſten an dem Präparate ſelbſt und an der Unter-
Zapfens. Man muß ſie daher vor dem Schluſſe des Ganzen durch anhalten-
n und Schütteln forttreiben und lieber das Ganze von Neuem herrichten,
lebelſtand der Art zurücklaſſen. Iſt alle ſichtbare Luft entfernt, ſo verſchließt
orrichtung mit Fett oder Wachs, ſtellt ſie ſenkrecht und bringt den Drath *d*
e Verbindung mit einer galvaniſchen Säule *g* oder einem Magnetelektromo-
hrt man dann das andere Ende mit *c*, ſo zieht ſich der Froſchmuskel zuſam-
derte ſich ſein Umfang in irgend bedeutender Weiſe, ſo müßte auch der Flüſ-
el *f* der Steigröhre *b* wechſeln. Man kann ſich aber ſelbſt unter der Loupe
daß er auf ſeinem früheren Orte bleibt, ſo lange nicht mechaniſche Erſchüt-
Basblaſen und andere Nebenverhältniſſe ſtörend eingreifen.
Fehlerquellen des Verſuches mit der Maſſe der thätigen Muskeln abneh-
es vortheilhafter, eine Reihe von Fröſchen auf ein Mal zu gebrauchen. Eine
z, die mir Gerber verfertigte, macht dieſe Vervollſtändigung möglich.
befeſtigt ſechs rechtwinkelig gebogene Eiſendräthe *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, Fig. 39., mit
n dem Boden *b* eines Unterſatzes von Pappdeckel *a*. Die kleineren Schenkel

Fig. 39.



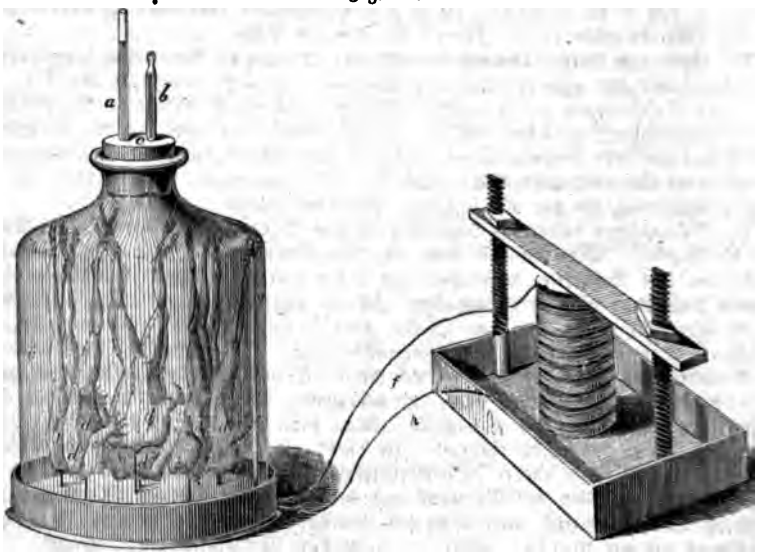
derſelben ſtehen, wie es die Abbildung zeigt, aufrecht. Die wagerechten werden bis auf einen theilweiſe verkürzt und dann zuſammengeflochten. Man erhält ſo einen Hauptleitungsdrath *i*, der die übrigen metalliſch berührt.

Ein zweiter, knieförmig gebogener Drath *k* (Fig. 39.) durchdringt eine andere Oeffnung des Pappdeckels *a*. Sein ſenkrechtes aufſteigendes Stück iſt mit Siegellack, mit Ausnahme des oberſten hackenförmig gekrümmten Endes überzogen. Es ragt ſo ſehr in die Höhe, daß es beinahe bis zu dem Dache des bald zu erwähnenden Umſturzglaſes empor-
untere Ende ſeiner wagerechten Abtheilung *l* tritt in ähnlicher Weiſe wie *i*

öhlung des Unterſatzes *b* wird mit einer warmen Miſchung von gleichen
chs und Colophonium ausgegoſſen. Dieſe Maſſe erſtarrt bald und erlangt
bedeutenden Grad von Härte. Stößt man in ſie ein erwärmtes, unten offe-
o ſchließt das Ganze nach dem Erkalten waſſerdicht.
chneidet deshalb den Boden einer Flaſche, die ¾ bis ⅘ Liter mißt, ab und
hren erwärmten Hals mit einem Zapfen, deſſen Oberflächen mit Siegellack
nd. Der Pfropfen *c* führt eine vollkommen cylindriſche Röhre *a*, Fig. 40.,
1 Decimeter lang iſt, 3½ Millimeter im Lichten hat und eine in Millime-
Skale führt. Eine andere Röhre *b*, die oben in eine feine Spitze ausläuft
weit, aber nur etwa halb ſo lang iſt, geht durch eine zweite Oeffnung des
Das größere Rohr durchſetzt den ganzen Pfropfen, während das kleinere nur
beren Theil eindringt. Ein kegelförmiger Raum, deſſen Spitze nach oben
für unten ausgeſchnitten. Das Ganze wird zuletzt ſorgfältig verkittet.
nthauptet dann ſechs kräftige Fröſche, weidet ſie unter lauwarmem Waſſer

aus und steckt sie unmittelbar auf die Dräthe *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* (Fig. 39.), so daß in den Wirbelcanal eindringen (*d* Fig. 40.). Ein Gehilfe erhitzt indeß den un

Fig. 40.



Theil der abgeschnittenen Flasche, stürzt sie auf die Ueberzugsmasse der Höhlung Pappdeckels und drückt sie in sie ein. Trifft man die gehörige Wärme, so erstarr Masse, in welche das Glas eingepreßt worden, binnen Kurzem. Lauwarmes W wird nach *a* mittelst eines kleinen Trichters, bis *b* vollkommen mit Flüssigkeit gefül nachgegossen. Zeigen sich noch einzelne Gasbläschen, so entfernt man sie auf das So tigste durch Klopfen und Schütteln. Bleiben sie in den engen Röhren, *a* oder *b*, ten, so hilft man mit einem eingeführten feinen Drathe nach.

Man umwickelt hierauf den Hals der Flasche, den freien Theil des Zapfe Fig. 40. und die unteren Stücke der Röhren *a* und *b* mit Leinwand und läßt n laues Wasser längs der Wände von *a* herabrinnen, bis es zur Spitze von *b* hervor Diese wird dann abgetrocknet und verkittet.

Hat man sich nochmals von der Abwesenheit von Gasbläschen überzeugt, so b man *i*, Fig. 39., mit dem Drathe *h*, Fig. 40., einer galvanischen Säule *i* in unwe bare und *l*, Fig. 39., mit *f*, Fig. 40., in bewegliche Verbindung. Alle sechs F strecken sich, so wie man die Kette schließt. Da der Strom von den sechs kleineren then *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, Fig. 40., nach der allein freien Hackenspitze von *k* geht, so seine größte Stärke die Hauptmasse des Rückenmarkes und der Nerven unmitt durchsetzen.

Bedient man sich lauwarmen Wassers, so braucht man sich nicht mit dem Ver zu beeilen. Obgleich ich diese Beobachtungen im December und an Fröschen, die einige Zeit in einem künstlichen Teiche ohne weitere Nahrung aufbewahrt worden ren, in einem mäßig erwärmten Zimmer anstellte, so erhielt sich doch die Reizbarkeit Stunden lang.

Beobachtete ich den Spiegel, der in *a*, Fig. 40., befindlichen Flüssigkeit mit Vergrößerungsglase, so blieb er in den meisten genau ausgeführten Versuchen voll men ruhig, die Muskeln mochten erschlafft oder verkürzt sein. Waren aber nur w Luftbläschen vorhanden, so schwankte er schon um ungefähr $\frac{1}{8}$ Millimeter im A blicke der Zusammenziehung. Hatte sich mehr Gas angehäuft, so stieg der Unter auf 2 Millimeter. Bemerkte man keine Gasbläschen, so kam es in Einzelfällen daß eine Abweichung von ungefähr $\frac{1}{4}$ Millimeter eintrat. Diese Angaben beruhen mehr als 40 Einzelbeobachtungen.

leicht erklärliches Verhältniß kann übrigens hier die Ergebniſſe ſchwankend ma-
ht der galvaniſche Strom durch, ſo wird Waſſer zerſetzt. Man bemerkt auch
ß ſich Gasbläschen an dem freien Ende des Drathes *k*, Fig. 40, anhäufen.
an daher auch keine Schwankung des Flüſſigkeitsſpiegels im Anfange des Ver-
tritt ſie nach öfterer Wiederholung der Galvaniſation hervor. Man muß da-
ten, die Luftbläschen entfernen und das Ganze auf die früher geſchilderte Weiſe
:m herſtellen.

erte ſich die Säule, ſo ſank ſie nicht immer im Augenblicke der Zuſammenziehung.
vielmehr dann in den meiſten Einzelbeobachtungen. Es kam auch vor, daß ſie
Augenblicke fiel, und dann emportrat, um ſpäter von Neuem herabzugehen.
nen wir aber auch an, daß ſelbſt die ¼ Millimeter betragende Abweichung ei-
:n Volumensänderung der Muskeln zuzuſchreiben ſei, ſo läßt ſich leicht zeigen,
:eutend ſie im Verhältniß zur Geſammtmaſſe ausfiel. Die ſechs Froſchpräpa-
n ein Volumen von 101,87 C. C. Rechnen wir ſelbſt nur, daß die Hälfte
: die Muskelmaſſe kam — eine Schätzung, die offenbar ſehr ungünſtig iſt, ſo
r 50,94 C. C. Die Skalenröhre maß 0,35 Centimeter im Lichten. Berechnen
Ganze als Cylinder, ſo gab ½ Millimeter Schwankung 0,0048 Cubikcentimeter
: als $^1/_{10000}$ der eher zu klein als zu groß angenommenen Muskelmaſſe.

Lann fand, daß die Säule um 9 bis 11 Millimeter ſank, wenn ein 1 bis 1,4
ück eines Aalſchwanzes in Thätigkeit geſetzt wurde. Wiederholte **Marchand**
Verſuch mit ausgekochtem Waſſer, und brachte noch das Ganze unter die Luft-
erhielt er $^1/_{10}$ Cubikcentimeter Ausſchlag. Dieſer vergrößerte ſich aber um das
ſobald das Auspumpen unterlaſſen wurde. Hatte **Ed. Weber** das Thier un-
gehalten, und die ganze Vorrichtung unter der Luftpumpe behandelt, ſo ſank
die Säule, während ſich die Muskeln zuſammenzogen. Die gegenſeitigen Ver-
ierbei beobachteten Raumverminderung laſſen ſich nicht beſtimmen, weil die
er der Steigröhre und die Volumina der Muskelmaſſen in der Mittheilung
ſuche nicht angegeben wurden.

eiten wir uns feine Querſchnitte eines Muskels mittelſt des Dop- 2127
s, ſo finden wir, daß nicht alle Faſern vollkommen cylindriſch
a ihre Form nicht mathematiſch genau beſtimmt werden kann, da
viele von ihnen kreisförmige Flächen auf ihren queren Trennungs-
arbieten, ſo werden wir uns nicht ſehr von der Wahrheit ent-
wenn wir die Cylindergeſtalt den allgemeinen Berechnungen zum
legen.

ıdert die Verkürzung das Volumen gar nicht, ſo reicht die Län- 2128
ȝme unter jener Vorausſetzung hin, um die Vergrößerung der Anhang Nr. 99.
chmeſſer der Muskelfaſern zu finden. Die Grundlage der Rech-
ȝrt dann zu einer quadratiſchen Gleichung, aus der ſich ergiebt,
Halbmeſſer um beinahe $^3/_5$ ſeines früheren Werthes zunimmt,
ȝ die Maſſe um $^2/_5$ verkürzt. Erreicht ihre Längenabnahme $^4/_5$ der
ȝlichen Zahl, ſo ſteigt die Verbreiterung auf mehr als das Doppelte.
ägt dagegen weniger als die Hälfte, wenn ſich die Länge um ge-
halbe Größe verringert.

ren ſelbſt alle Muskelfaſern vollkommen cylindriſch, ſo ließen ſich 2129
e Werthe nicht mit völliger Schärfe auf die Veränderungen, die
bfaſeriger Muskel erleidet, übertragen. Das Verhalten der Nach-
ȝe könnte manche untergeordnete Unterſchiede bedingen. Wir ha-
er (Bd. I. §§. 1072. und 1106.) geſehen, daß die Muskelverkür-
ı Blutlauf zu ſtören vermag. Es wäre möglich, daß eine gewiſſe
von Ernährungsflüſſigkeit in benachbarte nachgiebigere Räume

übergetrieben würde. Dieses Verhältniß mußte dazu beitragen, das Gesammtvolumen des verkürzten Muskels zu verkleinern (§§. 2124. 2125.). Da aber ihr Einfluß der Hauptsache gegenüber in den Hintergrund tritt, so kann er bei den gewöhnlichen Schätzungen unbeachtet bleiben. Man vermag daher solche Berechnungen auf Muskeln, wie den Brustzungenbein-, den Brustschildknorpelmuskel, den Kopfnicker, den geraden Bauchmuskel, den Schneidermuskel überzutragen.

2130 Gehen dagegen die Muskelfasern in den mannigfachsten schiefen Richtungen dahin, so ändern sich die Erscheinungen in wesentlicher Weise. Wollte man z. B. die Länge der Wadenmuskeln bestimmen, indem man den Abstand des oberen und des unteren Ansatzes der Muskelmasse an die Sehnensubstanz zu messen suchte, so erhielte man schon von vorne herein einen unrichtigen Grundwerth. Viele Fasern haben gar nicht diese angenommene Länge ihres schiefen Verlaufes wegen. Die Zunahme der Dicke ließe sich hieraus noch weniger berechnen, weil die einzelnen Faserelemente nicht parallel der gemessenen Linie dahingehen, sondern sie unter den mannigfachsten Winkeln durchschneiden. Die Verbreiterung kann sich daher nicht gleichartig vertheilen. Man muß deshalb solche Bestimmungen an Muskeln, die Fasern von sehr ungleicher Länge und verschiedener Stellung besitzen, aufgeben.

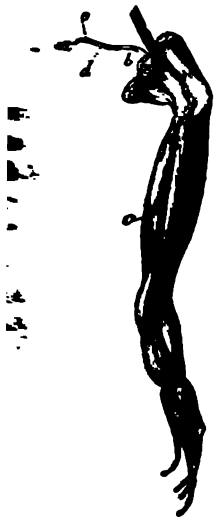
2131 *Wirkung äußerer Einflüsse auf die quergestreiften Muskelfasern.* — Manche, ihrem Wesen nach noch unbekannte Anregungen des Nervensystems zwingen die Muskelfaser sich zusammenzuziehen. Wir schreiben die Wirkung dem Willen zu, wenn sonst keine äußere Veranlassung zu diesem Anstoße vorliegt. Es ereignet sich aber auch häufig genug, daß Bedingungen, die in den Gleichgewichtsstörungen der Nervenmassen liegen, dieselben Erfolge veranlassen. Aeußere aufgedrungene mechanische, thermische, elektrische oder chemische Reize können zu dem gleichen Ergebnisse führen. Sie wirken aber auch, wenn man nicht die bewegenden Nerven oder deren Centraltheile, sondern die Muskelmassen selbst anspricht. Wir erhalten so zweierlei Reizungsgebiete, die entfernteren Nervengebilde und die sich sichtlicher bethätigenden Muskelgruppen. Die Versuche haben zu entscheiden, inwiefern diese Mannigfaltigkeit der Anspruchsorte die Größe und die Art der Verkürzung ändert.

2132 Soll man die Wirkungen fremdartiger Reize genügend beurtheilen können, so muß man sicher sein, daß kein anderes störendes Nebenverhältniß die Beobachtung trübt. Der Wille des lebenden Thieres ist im Stande, Bewegungen an den verschiedensten Stellen hervorzurufen und sie dem Grade nach zu verstärken oder zu schwächen. Die Antwort, die wir hier erhalten, wird daher häufig durch Nebeneinflüsse getrübt. Da sich aber die Reizbarkeit eine Zeit lang nach dem Tode erhält, so vermeidet man diese Klippe, wenn man Geschöpfe, deren Leben kurz vorher vernichtet worden, gebraucht. Frösche eigenen sich hierzu am Besten, weil ihre Muskeln eine lange Zeit hindurch empfänglich bleiben.

2133 Das Rückenmark und die anderen Centraltheile des Nervensystems

nen noch die Einflüsse eines örtlichen Reizes allgemeiner verbreiten. an muß daher in vielen Fällen Präparate wählen, in denen nur die ripherischen Nervenstämme und die Muskeln der Einwirkung unterliegen. e Hinterbeine des Frosches eigenen sich hierzu am Zweckmäßigsten.

Fig. 41.



Man schneidet den Oberschenkel eines enthaupteten Thieres der Art aus dem Hüftgelenke, enthäutet ihn vollständig, legt ein Stück des Hüftnerven *a e d b*, Fig. 41., frei, und entfernt alle übrigen Weichgebilde bis zur Mitte des Schenkels oder bis zur Grenze des Kniegelenkes. Jede Regung der Unterschenkelmuskeln *c* läßt sich dann leicht beobachten. Hat man ein längeres Nervenstück nöthig, so verfolgt man zuerst den Hüftnerven in das Lendengeflecht, trennt dieses so hoch als möglich, und verfährt sonst, wie es eben angegeben worden.

Die Muskeln des Gesichts, des Augapfels, der Zunge 2134
und des Gaumens, der Stimmwerkzeuge, des Rumpfes und der Extremitäten können zu Reizversuchen in höheren und niederen Geschöpfen gebraucht werden. Es kommt zwar vor, daß sie von selbst zucken Diese Störung mangelt aber auch häufig und läßt sich oft, wie wir sehen werden, willkührlich beseitigen. Muskelmassen dagegen, wie das Blutgefäßherz, die Lymphherzen, das Zwerchfell, die im Leben anhaltend klopfen, bieten diese Vortheile nicht dar. Ihre abwechselnde Thätigkeit dauert oft nach dem Tode von selbst fort. Hat sie aufgehört, so belebt sie sich häufig von Neuem. Es liegt oft in unserer Gewalt, ihre Unruhe anzuregen. Wir sind aber nicht im Stande, sie, ohne daß die Reizbarkeit für immer vernichtet würde, aufzuheben. Die Wirkung einer Reizung kann für eine kürzere oder längere Frist fortdauern. Die Ergebnisse werden dann durch unbekannte Nebenverhältnisse getrübt. Handelt es sich daher um den Nachweis der allgemeinsten und einfachsten Grundverhältnisse, so muß man diese Gebilde möglichst vermeiden.

Da man meist an Theilen frisch getödteter Thiere arbeitet, so sinkt 2135
die Reizbarkeit um so mehr, je längere Zeit nach dem Absterben verstrichen ist. Man untersucht daher hier Kraftwirkungen, die nur unter gewissen, später zu erwähnenden Ausnahmen stetig abnehmen. Wir werden sehen, daß sich dieser Uebelstand in dem peripherischen Nerven in anderem Maaße, als in dem Muskelstücke selbst kund giebt.

Die Fasern des Hüftnerven *a b*, Fig. 42., hingen ursprünglich mit 2136
dem Rückenmarke und den Muskeln *c* zusammen. Man sagt daher, daß die Richtung, die von *a* nach *c* geht, centrifugal und die entgegengesetzte centripetal verläuft. Die bewegenden Nerven pflanzen ihre Anregung nach den Muskeln hin fort. Trifft dagegen ein Empfindungseindruck ein Sinneswerkzeug, so strömt ein Aequivalent desselben nach den auffassenden Theilen des Gehirns. Wir haben daher dort centrifugale und hier centripetale Wirkungen.

2137 Fig. 42.

Sollen Erfolge zu Stande kommen, so darf nic… der Inhalt der Nervenprimitivfasern seinen nat… lichen Zusammenhang verloren haben. Ist dieses … Fall, so hört die Leitung an der Verletzungsstelle a… Es bleibt hierbei gleichgültig, ob die Fortpflanzung… masse der Nervengebilde mechanisch oder chemisch g… stört wurde.

2138 Nehmen wir an, der Punkt *e* (Fig. 42.) … Hüftnerven *ab* sei durch Druck oder die Wirkung e… ner Säure unbrauchbar gemacht, so wird ein Rei… der ihn in *a* trifft, keine Muskelzusammenziehun… hervorrufen, weil die centrifugale Fortpflanzung … äquivalenten Anregung ein unübersteigliches Hinder… niß in *e* findet. *d* dagegen wird sich trotz der Ver… letzung regelrecht verhalten.

2139 Man sieht leicht, daß der Unterschied der centrifu… galen und der centripetalen Strömung, den die Bewe… gungs- und die Empfindungsnerven darbieten, diese … Verhältnisse wesentlich ändern muß. Ist die Leitung in *d* unterbrochen, so werden noch Reize, die zwischen *d* und *c* liegen, motorisch wirken. Enthielte aber auch *ab* Empfindungsfasern, so könnten diese nicht mehr die Aequivalente ihrer Eindrücke von *b* aus dem Rückenmarke zuführen. Der Theil *ad*, der jenseits von *d* liegt, verhält sich umgekehrt. Sprechen wir *e* an, so entsteht noch Empfindung, aber keine Bewegung.

2140 Die örtliche Zerstörung hemmt daher die Einflüsse der bewegenden Nervenstücke, die zwischen dem Centraltheile und der Verletzungsstelle, und die der empfindenden, die zwischen ihr und dem peripherischen Endgebilde liegen. Will man dieses kurz ausdrücken, so sagt man auch häufig, daß die empfindenden Fasern nur oberhalb und die bewegenden unterhalb des Trennungsortes antworten.

2141 Mechanische Reize. — Sie wirken im Allgemeinen schwächer, wenn sie die rothe Muskelmasse selbst, als wenn sie die bewegenden Nerven angreifen. Streicht man die bloßgelegten Wadenmuskeln eines lebenden Frosches mit einem zugeschmolzenen Glasstabe, so bemerkt man höchstens eine feine Kräuselung, die sich durch eine ungleiche Vertheilung des Lichtes und Schattens verräth. Kneipt man einen Muskel mit der Zange, so erhält man meist nur örtliche Wirkungen. Selbst diese bleiben aber noch häufig aus. Werden die Muskeln bei der Absetzung eines Gliedes durchschnitten, so ziehen sie sich nicht bloß ihrer veränderten Spannung wegen zurück, sondern zucken auch bisweilen eine Zeit lang. Es fragt sich jedoch, ob nicht diese Erscheinung von dem Einflusse, den die Luft oder die Verletzung auf die Nerven ausübt, abhängt (§. 2243.).

2142 Eine übermäßige Spannung kann kräftige Zusammenziehungen hervorrufen. Binden wir die beiden Enden des vollkommen losgetrennten Schenkelbeugers eines Frosches an zwei bewegliche Pflöcke und entfernen

e von einander, ſo ereignet es ſich nicht ſelten, daß der Muskel bei
m gewiſſen ſehr großen Grade der Dehnung von ſelbſt zu zittern an-
gt. Verhältnißmäßig kräftige Schläge wiederholen ſich dann meiſt meh-
e Male ſchnell hinter einander. Die Reizbarkeit ſelbſt geht hiermit
ſtentheils zu Grunde. Der heftig angeſpannte Muskel antwortet faſt
mehr auf galvaniſche Ströme. Es gehört zu den Seltenheiten, daß
ſeine Thätigkeit ſpäter, nachdem die künſtliche Ausdehnung zu wirken
gehört hat, von Neuem belebt.

Die Nerven beantworten mechaniſche Reize mit größerer Pünktlichkeit. 2143
etſchen wir den Hüftnerven im Ganzen, ſo zucken die meiſten Muskeln
Unterſchenkels und des Fußes. Wiederholen wir die Wirkung an ei-
n kleineren Nervenſtamme, ſo beſchränkt ſich auch die Verkürzung auf
n kleineren Bezirk von Muskeln.

Dieſer Unterſchied erklärt ſich aus der Verbreitungsweiſe und den Le-
eigenſchaften der peripheriſchen Nervenfaſern. Der Hüftnerve enthält
e gewiſſe Menge derſelben, die ſich dann auf ſeine untergeordneten Zweige
heilen. Jeder Aſt führt eine geringere Zahl von Faſern und verſorgt auch
t dieſen einen kleineren Bereich des Muskels. Da ſich aber das Aequi-
lent des Reizes nur centrifugal verbreitet, ſo muß auch der Anſpruch
nes Nebenzweiges beſchränktere Wirkungen bedingen.

Die Art und die Geſchwindigkeit des mechaniſchen Anſpruches kann 2144
n Erfolg weſentlich ändern. Haben wir ein ganz friſches Froſchpräpa-
t, ſo bleiben oft alle Muskeln ruhig, wenn wir auch den Hüftnerven
t einer ſehr ſcharfen Scheere vollſtändig, aber raſch durchſchneiden.
iederholen wir denſelben Eingriff mit einem ſtumpferen Inſtrumente,
erhalten wir die gewöhnlichen Zuſammenziehungen. Wir können hier-
s ſchließen, daß mechaniſche Reize, deren Dauer hinter einer gewiſſen
nze zurückbleibt, ihre Wirkung verlieren.

Drücken wir einen Nerven, ſo verkürzen ſich die entſprechenden Mus- 2145
i; ſie erſchlaffen aber binnen Kurzem von Neuem. Man hat alſo hier
n Wechſelkrampf vor Augen. Umſchnürt man dagegen den Hüftner-
mit einem Faden und zieht dieſen immer feſter und feſter an, ſo kann
gelingen, daß eine ſtarrkrampfähnliche Zuſammenziehung während der
zen Verſuchszeit fortdauert [1]). Die immer wiederholten neuen Reize
n dann nicht die Zwiſchenerſcheinung der Ruhe aufkommen.

Nyſten [2]) nahm an, daß die Muskeln des Menſchen für mechaniſche 2146
ge längere Zeit nach dem Tode, als die Nerven empfänglich bleiben.
Thierverſuche zeugen eher für das Gegentheil. Die Muskeln leben-
Geſchöpfe antworten ſelbſt häufig gar nicht oder nur unbedeutend.
Nerven dagegen verſagen nicht nach dem Tode, ſo lange die Reiz-
eit anhält. Manche ſcheinbare Ausnahmen dieſes Satzes werden uns
er Folge beſchäftigen.

---

[1]) Ed. Weber, a. a. O. S. 12.

[2]) P. H. Nyſten, Recherches de Physiologie et de Chimie pathologiques pour faire suite à celle de Bichat sur la vie et la mort. Paris, 1817. 8. p. 302.

fasern vertrugen in meinen früheren Versuchen Wasser von 38° C. o
Nachtheil. Sie verloren aber ihre Kräfte, so wie sie eine Minute l
in Wasser von 41° C. verweilt hatten. Die Schädlichkeitsgrenze
also hier so sehr als möglich der der Muskeln. Spätere Versuche b
tigten noch, daß sie ungefähr bei 40° bis 45° C. für beide Gebilde li

Hat man die Kraft eines Nervenstückes durch Eintauchen in heißes Wasser z
so kann man nur mechanische oder chemische Reize zu ferneren Versuchen geb
Galvanische Ströme führen leicht zu Täuschungen, weil die Flüssigkeit, die an der
letzungsstelle haftet, als guter Leiter zu wirken und die Elektricität weiter zu ver
im Stande ist.

2158 Künftige Erfahrungen werden noch entscheiden müssen, ob Mu
die sich in der Luft und nicht unter Wasser befinden, eine etwas gr
Hitze vertragen oder nicht. Genaue Untersuchungen der Art stoßen
manche Schwierigkeit, weil der erwärmte Luftraum mit Wasserdämpfe
vollkommenstem Maaße gesättigt sein muß. Wäre dieses nicht der Fall,
würde die Muskelmasse bald eintrocknen und schon auf diese Weise
Kraft verlieren.

2159 Wir werden später sehen, daß Wasser von 40° bis 50° C., das lä
gere Zeit wirkt, das Spiel unserer Tastnerven beeinträchtigt. So
daher auch die höheren Geschöpfe dieselbe Grenze für die bewegenden Ne
venfasern darbieten, so ließe sich hieraus erkennen, weshalb die Natu
Eigenwärme jener Wesen unter 45° C. hält. Jede höhere Tempe
würde die Moleculareigenschaften der wirksamen Gebilde stören.
Wärmegrad dagegen, welcher durch die übrigen Organisationsverhäl
gegeben ist, kann die günstigsten Bedingungen der Kraftentwickelung lie
Gilt dieses aber auch für den Menschen, die Säugethiere und die
so müssen doch die Nerven- und Muskelgebilde anderer Wesen, wie
der Infusorien, die in heißen Quellen leben, jene beschränkte Grenze
Temperaturverhältnisse überschreiten können.

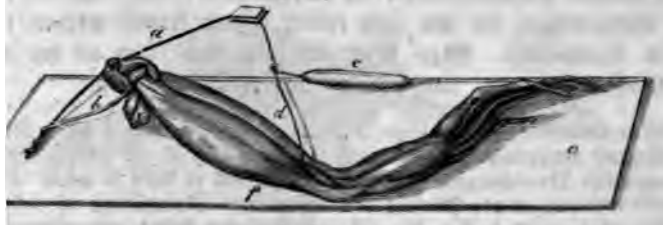
2160 Lehrt auch die Erfahrung, daß Wasser, welches mehr als 45° C.
die Lebenseigenschaften der Muskeln und der Nerven vernichtet, so dü
wir hieraus noch nicht mit Gewißheit schließen, daß diese Hitze das
kürzungsvermögen der Muskelfasermasse selbst aufhebt. Wir werden spä
sehen, daß es noch unentschieden ist, ob sich die quergestreiften Fasern
unter der Anregung ihrer bewegenden Nerven zusammenziehen oder ni
Nehmen wir für den Augenblick an, ihre Verkürzung sei ohne Nerven
möglich, so kann das auf 45° C. erwärmte Wasser die Kräfte der feinst
Nervennetze, die sich in dem Muskel verbreiten, aufheben, ohne daß sch
die Muskelfaser selbst den zu ihrer Unthätigkeit erforderlichen Grad de
Molecularveränderung erreicht hat.

2161 Elektricität. — Jede Art derselben, sie mag durch Reibung, Be-
rührung, chemische Gegensätze, Wärmeunterschiede oder magnetische Ströme
erzeugt werden, kann die bewegenden Nerven oder die Muskeln anregen.
Wir haben schon früher (Bd. I. §. 360. bis 364.) die allgemeinen Wirkungen
der Reibungs- und Inductionselektricität kennen gelernt. Es bleibt uns
daher nur hier noch übrig, die Verkürzungserscheinungen, wie sie sich an
Froschpräparaten und in lebenden Wesen zeigen, im Einzelnen durchzugehen.

ſich die Muskeln zuſammenziehen, ſo brauchen nur ſchwache 2162
ſtröme den Nerven, die Muskelfaſern oder beide Theile zugleich
en. Ein leiſer Schlag einer Elektriſirmaſchine oder einer Lei-
he kann gerade die lebhafteſten Zuckungen in einem Froſchprä-
eiführen. Wir werden bald ſehen, daß der chemiſche Gegen-
erſchiedenartige thieriſche Gewebtheile oder mannigfache Stellen
deſſelben Gewebes darbieten, genügt, um hinreichend kräftige
Ströme zu erzeugen. Bedient man ſich aber des Kupfers und
ſo iſt ſchon eine einfache, aus ſehr kleinen Platten beſtehende
tande, die heftigſten Wirkungen zu veranlaſſen.

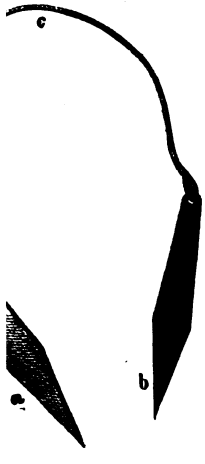
neidet ſich zu dieſem Zwecke ein quadratiſches Kupfer- und ein Zinkplätt-
Millimeter Grundfläche aus, und läßt jedes von ihnen in einen längeren
Streifen *a* und *d*, Fig. 43., übergehen. Ein Stückchen mit Waſſer ge-

Fig. 43.



hpapiers kommt als feuchter Leiter zwiſchen die Platten. Der Nerve *b* ei-
m Glaſe *c* ausgebreiteten Froſchpräparates wird um den Drath *a* gewickelt
) mit ihm in beſtändiger Verbindung. *d* dagegen liegt auf den Muskel-
veglich auf. Ein mit Siegellack überzogener Haken *e* dient dazu, *d* von *f*
und wiederum mit ihm in Berührung zu bringen. Iſt das Präparat reiz-
o erhält man nicht ſelten ſo ſtarke Zuckungen, daß das ganze Schenkelſtück
ſplatte fortſpringt.

Fig. 44.



Johannes Müller und R. Wagner [1]) bedienen ſich einer ganz einfachen Kette, die recht gute Dienſte in kleineren Verſuchen leiſtet. Eine rautenförmige Kupfer- und eine gleich große und eben ſo geſtaltete Zinkplatte *a* und *b*, Fig. 44., ſind mittelſt eines durchflochtenen Kupferdrathes gegenſeitig verbunden. Man hat hierbei keinen feuchten Leiter nöthig. Legt man nur die eine Spitze an den Nerven und die andere an den Muskel, ſo gelangt man in den meiſten Fällen zum Ziele.

Will man ſtärkere Ströme gebrauchen, ſo kann man ſich eine gewöhnliche galvaniſche Säule aufbauen. Man ſtößt aber hier auf den Uebelſtand, daß die Kraft des Stromes mit der Zeit abnimmt. Die Größe der Bewegung, welcher der Muskel unterliegt, ſinkt daher nach und nach. Wir werden ſehen, daß ſich hiermit manche Täuſchungsquelle verbinden kann.

Eine ſogenannte conſtante Kette gewährt daher günſtigere Verhältniſſe. Eine Bunſen'ſche Zinkkoh-

---

gner, Lehrbuch der ſpeciellen Phyſiologie. 3te Aufl. Leipzig, 1845. 8. S. 490.

Fig. 45.

lenkette (Fig. 45.) deren Einrichtung wir sch
Seite 186 und 187 kennen gelernt, genügt hi
meisten Fällen. Man kann sich zwar mit
Tangentenbouſſole überzeugen, daß ihr Str
falls noch von Zeit zu Zeit wechselt. Di
schiede fallen aber, so lange das Ganze kräft
geringer aus, als in jeder der gewöhnlichen
schen Säulen oder der gebräuchlichen Trogap

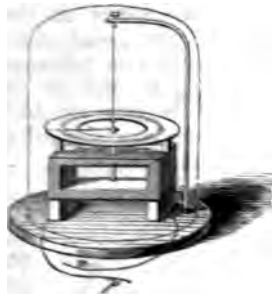
Die Rotationsmaschinen (Bd. I. Seite 1
die Magnetelektromotoren (Bd. I. Seite 189
können endlich noch häufig mit Nutzen ar
werden. Wir werden aber in der Folge di
darstellen, weshalb man die Magnetelektrom
Rotationsapparaten vorziehen muß.

2163 Da schon sehr unbedeutende galvanische Ströme lebhafte
zuckungen veranlassen können, so nahmen früher viele Forscher
die reizbaren Froschpräparate die empfindlichsten Galvanometer seien
rere Erfahrungen, die wir noch später kennen lernen werden, wide
diesem Ausspruche. Man kann sich aber auch schon an den mitg
Strömen überzeugen, daß er nicht allgemein richtig ist.

Man umwickelt ein ungefähr 3 Decimeter langes und 2 bis 5 Millim
Hufeisen mit umsponnenem Kupferdraht, so wie es Fig. 46. für gewisse physikal
tromagnetische Vorrichtungen darstellt, und umgiebt es dann so genau als m
Schraubenwindungen von Messing oder Eisendraht. Bringt man die beiden
Kupferdrahtes a und b, Fig. 46., mit einer einfachen kleinen galvanischen Kett

Fig. 46.

Fig. 47.



des Messing- oder Eisendrahtes mit den Leitern a und p, Fig. 47., eines emp
Galvanometers (Bd. I. S. 178 Fig. 54.) in Verbindung, so weicht die Mag
bei dem Schlusse und der Oeffnung der Kette ab, sie steht dagegen während d
des Schlusses, sobald sie nicht mehr nachschwingen kann, still. Gebrauchte ich z
Poggendorf'sches Galvanometer mit 180 Windungen, und ein Zink-Kupferpl
von 3 Quadratmillimeter Oberfläche, während mit Wasser oder einer Salzlösu
befeuchtetes Löschpapier als Leiter diente, so erhielt ich + 10° bis + 20° Abweic
dem Schlusse und 2° bis 3° bei der Oeffnung der Kette. Wirkte diese
bar ein, so wurde die Nadel im Kreise zurückgeworfen.

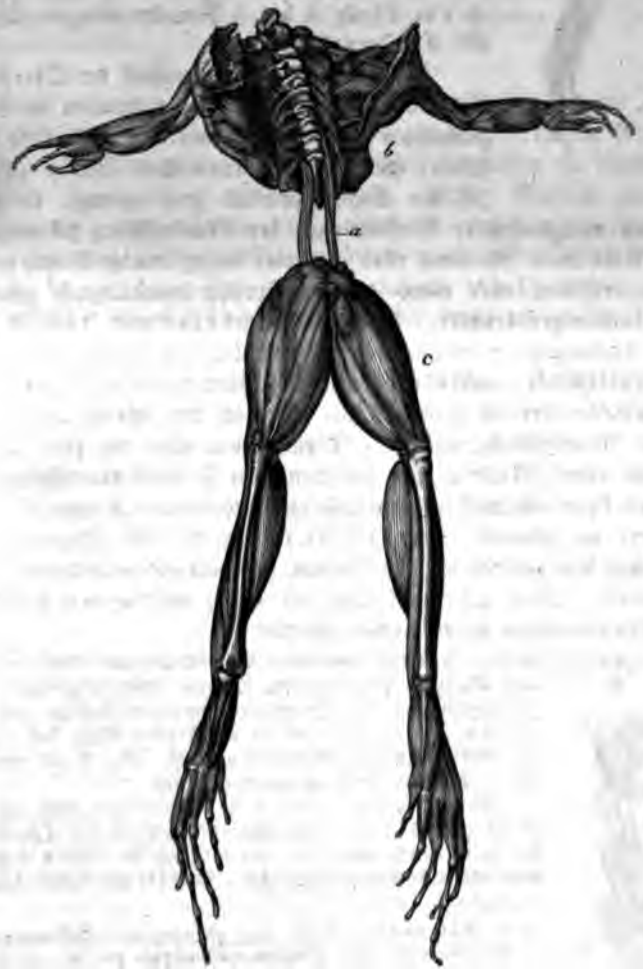
Man reinigt hierauf die freien Messing- oder Eisendrahtenden des Hufei
das Froschschenkelpaar und bringt sie mit dem Nerven und dem Muskel eines auf ein
Platte ausgebreiteten Froschpräparates in Verbindung. Ist der Reizbarkeit nicht
daß schon die Metallberührung Zuckungen veranlaßt, so regt auch de
feuchte Strom, der kaum deutlich auf der ablenkbaren Nadel eines empfindlichen Gal
vers wirkt, keine Zusammenziehung an. Der mechanische Verschluß ist daher
zuverlässiger, als der Froschpräparat.

Die Muskeln können ſich bei dem Schließen, dem Oeffnen oder 2164
in beiden Fällen zuſammenziehen. Man ſpricht daher auch von einer Schließungs- und einer Oeffnungszuckung.

Sollen die thieriſchen Theile des Froſchpräparates ſelbſt als Erreger 2165
des galvaniſchen Stromes thätig ſein, ſo reicht es nicht hin, daß man nur einen Schenkel enthäutet und zuſammenbiegt. Man muß ſich zu dieſem Zwecke wirkſamere und bequemere Stücke verfertigen.

Sind der Kopf, die Eingeweide und die Bauchdecken eines Froſches entfernt und hat man das Uebrige enthäutet, ſo geht man mit einer Scheere zwiſchen den Nerven des Lendengeflechtes, *a* Fig. 48., und übrigen Weichgebilden durch und entfernt dieſe ſo weit, als es Fig. 48. zeigt. Die beiden Beine hängen daher nur an den ſtarken Nerven *a*, welche die einzige Verbindung mit dem Vorderkörper *b* herſtellen.

Fig. 48.



Biegt man *c* ſo um, daß es *a* oder *b* berührt, ſo gelingt

Fig. 49.

lichen Ausnahmsfällen Zuckungen zu e
kommt auch vor, daß die bloße Berühr
ventheils *d* und des Muskels *c* Fig. 4
fachen Froſchpräparates genügt, um zu
Ziele zu gelangen.

2166 Beobachtungen der Art wurden von
Ritter, Pfaff, Joh. Müller und
Sie gelingen aber kälteren Gegenden ſ
man hier ganze Verſuchsreihen vergebens
Frühjahr und der Sommer ſind im Al
Jahreszeiten, in denen man ſich am L
dieſen Erſcheinungen überzeugt. Fehlte
ſo konnte ich ſie auch nicht dadurch herv
ich alle Theile 4 bis 5 Minuten lang i
38° C. liegen ließ.

2167 Die chemiſche Verſchiedenheit der O
Nerven, des Muskels und der anderen
gebrachten Gebilde reicht, wie wir früher (
ſahen, hin, einen galvaniſchen Strom
Iſt die Empfänglichkeit groß genug,
auch, um ausgedehntere Verkürzungen der Muskelfaſern her

2168 Bedient man ſich eines oder mehrerer losgetrennter Stü
gebilden deſſelben oder eines anderen Froſchpräparates, ſo
die Beobachtungen leichter. Alex. v. Humboldt und Joh.
hielten Zuckungen, wenn ſie den Nerven und den Muskel
deren Muskelſtücke mittelſt eines Siegellackhandgriffes in Ber
ten. Derſelbe Verſuch gelang mir, wenn ich den Nerven al
ſchnittene Muskelſtücke anlegte. Diente aber nur die frei
Oberfläche eines Muskels als Zwiſchenglied, ſo blieb die W

2169 Man kann ſich auch zuſammengeſetzter thieriſcher Ketten
zum Ziele zu kommen. Humboldt legte z. B ein Musk
Nerven und ein zweites an den Muskel und verband beide du
Muskelmaſſe. Man gebraucht auch oft ganze Reihen von
z. B. Schenkelſäulen zu demſelben Zwecke.

Dieſe von Matteucci [1]) zuerſt angegebene Verbindungsweiſe leiſ

Fig. 50.

gute Dienſte. Man bereitet ſich eine Reihe abgeri
ger Stücke aus den Oberſchenkeln mehrerer Fröſche
Oberfläche ſo aus, wie es in umgekehrter Weiſe b
der Gliedmaßen des Menſchen geſchieht. Die Kege
wie es Fig. 50. zeigt, an einander gelegt.

Wir haben früher (Bd. I. §. 352.) geſehen, daſ
ſchnitt eines Muskels entgegengeſetzt elektriſch zur
ben zu verhalten pflegt. *a b* und *b c* (Fig. 48.) biete
dene elektriſche Spannungen dar. Berührt der Nerv

[1]) C. Matteucci, Traité des phénomènes élect
des animaux, suivi d'études anatomiques sur le
et sur l'organe électrique de la Torpille par P. Sa

Muskeln können sich bei dem Schließen, dem Oeffnen oder 2164
Fällen zusammenziehen. Man spricht daher auch von einer
ungs- und einer Oeffnungszuckung.

en die thierischen Theile des Froschpräparates selbst als Erreger 2165
nischen Stromes thätig sein, so reicht es nicht hin, daß man
Schenkel enthäutet und zusammenbiegt. Man muß sich zu diesem
irksamere und bequemere Stücke verfertigen.

der Kopf, die Eingeweide und die Bauchdecken eines Frosches
nd hat man das Uebrige enthäutet, so geht man mit einer Scheere
en Nerven des Lendengeflechtes, *a* Fig. 48., und übrigen Weich-
durch und entfernt diese so weit, als es Fig. 48. zeigt. Die
ine hängen daher nur an den starken Nerven *a*, welche die ein-
indung mit dem Vorderkörper *b* herstellen.

Fig. 48.

2175 Antwortet der Muskel auf keine der eben erwähnten Ansprüch
so zuckt er noch häufig, wenn der Nerv eine Metallplatte eine Ze
berührt hat. Läßt man ihn eine Minute oder länger auf Zink,
Silber, Platin, Gold oder Eisen liegen, so zieht er sich nicht sel
sammen, so wie man die Verbindung ohne alle mechanische Erschü
unterbricht. Glas ersetzt hier nicht die Wirkung der Metalle.

2176 Die Erwärmung oder andere Einflüsse, die ebenfalls mit Tem
erhöhung verbunden sind, z. B. die Reibung, begünstigen den Erfolg
kann die Erfahrung machen, daß ein Präparat, das vorher die
Einwirkung einer Zinkplatte unbeantwortet ließ, mit demselben
stücke, nachdem dieses erhitzt oder gerieben worden ist, zuckt. Das
wiederholt sich, wenn man den Nerven auf eine Metallplatte, nic
wenn man ihn auf Glas herabfallen läßt. Die Wirkung erhöht sich
man einen Wassertropfen zwischen dem Nerven und dem Metall ein

2177 Berührt ein einziges Metall den Muskel allein, so bedarf
hohen Grades von Reizbarkeit, wenn sich die Fasern zusammenziehe
Die größere Empfindlichkeit des Nerven, die sich in den meisten F
erkennen giebt, kann in zweierlei Ursachen liegen. Es ist mögl
der Nerveninhalt eine geringere galvanische Spannung für seine T
nöthig hat. Man kann sich aber auch vorstellen, daß die vers
Punkte der Oberfläche eines und desselben Nerven ungleichere Anr
als die des unverletzten Muskels darbieten.

2178 Da der Nerv und der Muskel ungleichartige Körper sind, s
sich von selbst, daß wir ein Metall unter den günstigsten Bedi
wirken lassen, wenn wir es an beide zugleich anlegen. Die E
bestättigt auch, daß in diesem Falle die Zuckungen geringere G
Reizempfänglichkeit voraussetzen.

2179 Sind zwei Metalle, welche ein feuchter Leiter verbindet, th
wird sich die Spannung unter sonst gleichen Verhältnissen ver
Der Grad dieser Wirkung hängt aber von der Natur der ve
Körper ab. Enthält der feuchte Leiter Verbindungen, wie Schwe
Salzsäure, Kochsalz oder Salmiak, die zugleich auf die Metalle
so begegnen wir stärkeren Spannungen, als wenn er aus bloßem
besteht. Die Natur der Metalle selbst ist nicht minder von wes
Einflusse. Das eine muß den positiven und das zweite den n
Erreger abgeben. Die Art, wie dieses geschieht, hängt von ihrer u
lichen Molecularbeschaffenheit und ihrer gegenseitigen Verbindung

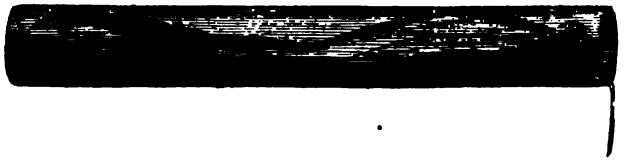
Zink verhält sich z. B. zu Kupfer positiv und Kupfer n
positiv zur Kohle; diese ist aber in Verhältniß zum Zink negati
in dem zum Kupfer. Wir erhalten daher zwar schon eine nicht
tende Spannung, wenn wir Zink und Kupfer, wie in den gew
galvanischen Säulen verbinden. Sie vergrößert sich aber unter s
chen Bedingungen in der Bunsenschen Säule (Bd. I. §. 363.), i
die Kohle als negativer Erreger thätig ist.

Man sieht leicht, daß ein und derselbe Körper in Verhältniß
stärkeren positiven negativ und einem stärkeren negativen gegenüb

erhält man leicht Zuckungen. Dieselbe Ursache liegt wahrscheinlich dem §. 2168. anführten Doppelversuche zum Grunde.

Die Schenkelsäule wirkt schon häufig, wenn man sie nur mit dem Nerven eines f einer Glasplatte ausgebreiteten Froschpräparates mit der Hand in Berührung bringt. ne bessere Isolation führt aber sicherer zum Ziele. Man schiebt das Froschpräparat ine Glasröhre *a*, Fig. 51., und läßt nur den Nerven frei heraushängen. Legt man

Fig. 51.



sen an die beiden entgegengesetzt elektrischen Flächen der Schenkelsäule und wiederlt die Schließung und Oeffnung, so erhält man meist sehr bestimmte Wirkungen. Die- lersuche gelingen selbst oft an Fröschen, die lange Zeit im Kalten und ohne Nahrung ufbewahrt worden sind.

Entblößt man den Brustmuskel eines lebenden Säugethiers oder Vo- 2170
gels und legt den heraushängenden Nerven (Fig. 51.) an die freie Oberfläche und in das Innere der Wunde, so zucken bisweilen die Unterschenkelmuskeln des Frosches auf das Lebhafteste. Dieser Versuch gelang mir noch vollständig, wenn ich ein schon erkaltetes Stück des großen Brustmuskels einer kurz vorher getödteten Taube gebrauchte. Das Froschpräparat zuckte immer, wenn Nerv und Muskel mit dem Querschnitt und der einen Oberfläche, nie aber, wenn sie mit der letzteren allein in Berührung kamen.

Da auf diese Art die Muskelmassen schwache elektrische Ströme an- 2171
zeigen können, so bedient man sich auch ihrer, um die Anwesenheit von geringen galvanischen Spannungsverhältnissen nachzuweisen. Man spricht in diesem Sinne von galvanoskopischen Froschpräparaten.

Fremdartige Körper können gleich den organischen Erregern wirken. 2172
Wasser, das außerdem vorhanden ist, oder die Feuchtigkeit, welche die thierischen Theile überzieht und durchdringt, bildet dann den passendsten Leiter und Vermittler des Ganzen.

Taucht man den Hüftnerven eines Froschpräparates in ein und die 2173
Unterschenkelmuskeln in ein zweites mit Wasser gefülltes Glas und verbindet beide Gefäße mittelst eines Baumwollendochtes, so entstehen bisweilen nach Nobili Zuckungen bei dem Schlusse der Kette. Die Spannung, welche die gegenseitigen Wirkungen der Baumwolle, der Muskeln und übrigen organischen Theile hervorrufen, reicht hin, die Reizbarkeit in Thätigkeit zu setzen.

Die kräftiger wirkenden Metalle gestatten noch einfachere Versuche. 2174
Ist das Froschpräparat empfänglich genug, so braucht man nur den Nerven mit einer Kupferplatte zu berühren, um eine Schließungs- und selbst noch in günstigem Falle eine Oeffnungszuckung zu erhalten. Es kommt auch vor, daß sich die letztere allein einstellt.

sich auf diesen Erfahrungen mit Sicherheit fußen, so müßte man schließ daß nicht unbedeutende untergeordnete Verschiedenheiten in beiden Spa nungsreihen vorkommen.

2182 Da der Leitungswiderstand der Körper, die der galvanische Stro durchsetzt, die Wirkung bestimmen hilft, so werden auch die Metalle, a denen die Poldräthe bestehen, und die thierischen Theile, an denen sie liege ihre Einflüsse ausüben. Messing und Platin wirken daher schlechter, a Kupfer, und Eisen besser, als Messing.

2183 Wir haben früher (Bd. I. §. 357.) gesehen, daß die Oberhaut de Leitungswiderstand erhöht. Ist noch das Froschpräparat von seiner Ha bekleidet, so liefert es auch schwächere Wirkungen, als wenn die Musk frei liegen.

2184 Die Feuchtigkeit, welche die Theile durchdringt, begünstigt den Erfol Sie kann aber auch leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Da einen guten Leiter bildet, so verbreitet sie den Strom auf entfernte Thei bis zu denen sie vordringt. Wir erhalten daher Wirkungen, die von d Einflüssen der Reizungsstelle unabhängig sind. Es können sich z. B. a diese Weise die Muskeln der Hinterbeine, wenn man die Armnerven n Zerstörung des Rückenmarkes anspricht, zusammenziehen.

2185 Will man dieses vermeiden, so stehen zweierlei Mittel zu Gebo Man bedient sich nur sehr schwacher elektrischer Ströme, oder bringt Enden der Poldräthe, so nahe als es irgend angeht, zusammen. W werden in der Folge sehen, wie es auf diese Weise möglich wird, die A hängigkeit einzelner Erscheinungen von kleinen Nervenbezirken nachzuweis

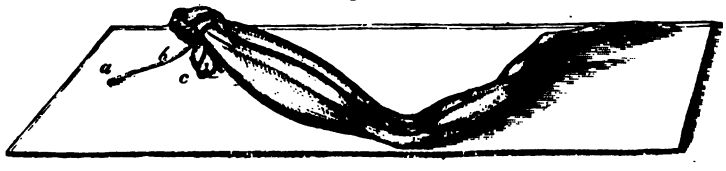
2186 Vergrößert sich die Berührungsfläche, so muß sich auch die Wirku verstärken. Legt man die Endspitzen der Poldräthe an ein Froschpräpar ohne Erfolg an, so zucken oft noch die Muskeln, wenn man längere Dra oberflächen oder Metallblätter zu dem gleichen Zwecke gebraucht.

2187 Vermehrt man die Zahl der Plattenpaare, so verstärkt sich natürl der galvanische Strom. Der Einfluß, den er auf die Nerven und M Muskeln ausübt, erhöht sich zwar. Er wächst aber nicht immer in gleich Grade mit der anregenden Spannung. Ueberschreitet diese ein gewiss Maximum, so hört auch die Verstärkung der Muskelwirkung auf.

2188 Es versteht sich von selbst, daß der Reizbarkeitszustand des Präparat die Grundlage aller Erfolge bildet. Frisch eingefangene oder zweckmäß ernährte Frösche dienen daher am Besten. Die Wärme und die Rücke der Geschlechtsthätigkeit begünstigen nicht selten die Wirkungen.

2189 Da alle Versuche an Theilen frisch getödteter Thiere angestellt werd

Fig. 52.



rken kann. Sucht man eine Zahl von Stoffen so zu ordnen, daß sich
er von ihnen zu dem nächst vorhergehenden negativ und dem unmittelbar
genden positiv oder umgekehrt verhält, so hat man eine fortlaufende
pannungsreihe (Vgl. Bd. I. §. 353.).

Blieben sich alle Erscheinungen gleich, so müßte eine Spannungs- 2180
reihe, die man mittelst des Galvanometers ermittelt hat, für die
mmtlichen übrigen Elektricitätswirkungen gelten. Die bis jetzt gewon-
nen Erfahrungen widersprechen jedoch dieser Voraussetzung. Die Fun-
bildung gehorcht zum Theil anderen Normen als die Ablenkung der
gnetnadel. Die physiologischen Erscheinungen steigen und fallen häufig
mit der Stärke der Lichtentwickelung, als mit der der chemischen Zer-
ung oder der magnetischen Ströme, welche der Galvanismus erzeugt. 2181

Man muß unter diesen Verhältnissen untersuchen, in wiefern die
annungsreihe, die mittelst der Magnetnadel und des Condensators ge-
den wurde, für die physiologischen Wirkungen gilt oder nicht. Der
gleich stößt auf viele Schwierigkeiten, weil die vorzüglichsten Erfah-
gen, die man in dieser Hinsicht besitzt und die von Ritter herrühren,
den Zeiten der Kindheit der galvanischen Forschungen stammen. Stellen
r seine Spannungsreihe mit der von Poggendorff für die Magnet-
el angenommene Skale zusammen, so erhalten wir:

Spannungsreihe = + −				Spannungsreihe = + −			
Nro.	physiologische nach Ritter.	Nro.	mittelst der Magnetnadel u. des Condensators ermittelte nach Poggendorff	Nro.	physiologische nach Ritter.	Nro.	mittelst der Magnetnadel u. des Condensators ermittelte nach Poggendorff.
1	Zink	1	Zink	16	Bleiglanz	16	Arsenik
2	Blei	2	Kadmium	17	Zinngraupen	17	Chrom
3	Zinn	3	Mangan	18	Kupfernickel	18	Silber
4	Eisen	4	Blei	19	Schwefelkies	19	Nickel
5	Wismuth	5	Zinn	20	Kupferkies	20	Quecksilber
6	Kobalt	6	Eisen	21	Arsenikkies	21	Schwefelkupfer
7	Arsenik	7	Stahl	22	Palladium	22	Schwefelkies
8	Kupfer	8	Uran	23	Graphit	23	Tellur
9	Messing	9	Messing	24	Krystallisirtes Manganoxyd	24	Gold
10	Spießglanz	10	Kupfer			25	Bleiglanz
11	Platin	11	Magneteisenstein			26	Kohle
12	Gold	12	Kupfernickel			27	Platin
13	Quecksilber	13	Kobalt			28	Graphit
14	Silber	14	Wismuth			29	Mangansuperoxyd
15	Kohle	15	Antimon				

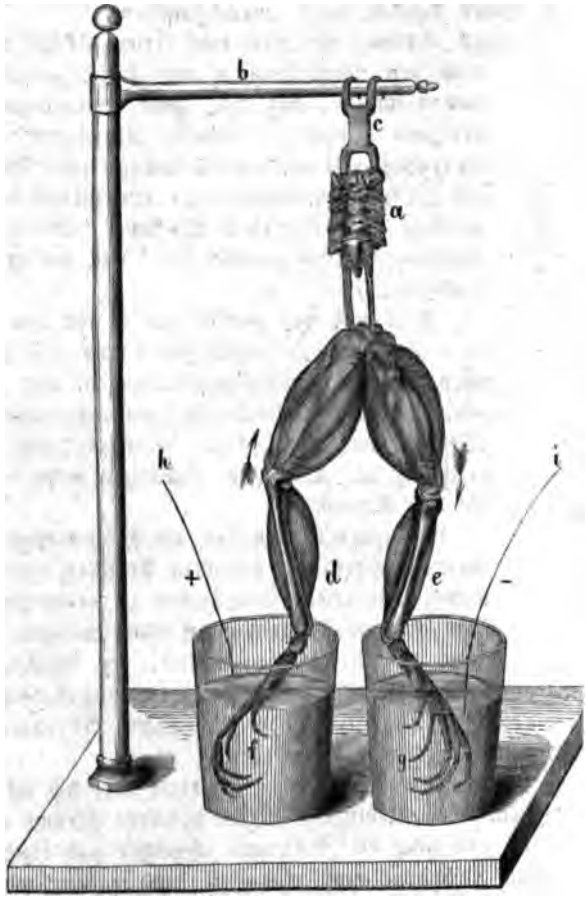
Jede folgende Nummer verhält sich hierbei negativ zu der unmittelbar vorhergehenden und positiv zur nachfolgenden derselben Tabelle. Ließe

unter denſelben Verhältniſſen von Neuem zuſammenziehen ſoll Wechſeln wir aber die Pole oder die Richtungen, unmittelbar die centrifugale poſitive Strömung unbeantwortet gelaſſen hat, wir einen negativen Strom centrifugal oder einen poſitiven cen ſo kehren die Zuckungen auf der Stelle wieder. Sie beſitzen ihre größte Lebhaftigkeit, ſind ſtärker als die, welche die zuletz ten poſitiven centrifugalen Ströme ergaben, nehmen aber wied nach ab und bleiben zuletzt gänzlich aus. Aendert man nun d richtung zum zweiten Male und kehrt ſo zu der, die man zurück, ſo wiederholen ſich die Zuckungen. Wie die dritte W der erſten, ſo kann dann die vierte der zweiten u. ſ. f. entſpr

Ein einfaches Froſchpräparat, wie es §. 2133. Fig. 41. abgebildet i das Geſetz der Voltaiſchen Alternative zur Anſchauung bringen. Mar im Stande, eine andere etwas verwickeltere Vorrichtung zu wählen, um und die Marianiniſchen Erſcheinungen zugleich zu beobachten.

Das Wirbelſtück *a*, Fig. 54., eines der §. 2165., Fig. 48., dargeſtel

Fig. 54.



(§. 2132.), ſo ſchwindet allmählig die Reizbarkeit unter den Hän-
Beobachters. Verfolgt man die Erſcheinungen genauer, ſo findet
aß die Unempfänglichkeit des bewegenden Nerven in centrifugaler
ı (§. 2136.) fortſchreitet. Antwortet *a* nicht mehr, ſo brauchen wir
Dräthe an *b* anzulegen, um Zuckungen zu erhalten. Iſt auch *b*
ım geworden, ſo bleiben noch ſpätere Strecken oder Aeſte, die
i *c* in die Muskelmaſſe eindringen, empfänglich.

erläßt man das Froſchpräparat ſich ſelbſt, ſo ſinkt wahrſcheinlich 2190
:aft ſtetig, bis ſie für immer verloren geht. Haben wir dagegen
skeln unter dem Einfluſſe galvaniſcher Ströme anhaltend zucken
ſo tritt bald ein Zeitpunkt ein, in dem ſie nicht mehr antworten.
ınn das Ganze, ſo finden wir, daß es ſpäter von Neuem auf
e Reize antwortet. Die Muskeln ziehen ſich nur in der Regel
r, als im Anfange zuſammen.

: Richtung, in der die galvaniſche Erregung einſtrömt, übt oft 2191
ſtimmten Einfluß auf die Zeit des Erſcheinens und die Größe der
aus. Marianini ſuchte dieſe Verhältniſſe auf ein beſtimmtes
das auch ſeinen Namen führt, zurückzuführen.

nnen wir einen Strom, der von dem freien Stücke des Nerven
Fig. 53.

nach den Muskelmaſſen des Froſchpräparates, alſo von *a* nach *c*, Fig. 53., geht, centrifugal und den, der von *c* nach *a* verläuft, centripetal, ſo erzeugt die centrifugale poſitive Strömung leichter Schließungs- als Oeffnungszuckungen; die centripetale dagegen begünſtigt die umgekehrte Wirkung. Ein centrifugaler negativer Strom verhält ſich, wie ein centripetaler poſitiver.

Legt man den Zinkpol an *a* und den Kupferpol 2192
an *c* Fig. 53., ſo müßte man nach dem Marianiniſchen Geſetze Schließungszuckungen und gar keine oder ſchwächere Oeffnungszuſammenziehungen erhalten. Wechſelt man die Dräthe, ſo würde auch die Unterbrechung der Kette die Zuckungen mehr begünſtigen, als der Schluß.

Es gelingt bisweilen, die Erſcheinungen, die das Geſetz fordert, an lebenden Fröſchen und an zweckmäßig bereiteten Präparaten zu beobachten. Man ſtößt aber häufig genug auf Abweichungen. Der Zuſtand der Reizempfänglichkeit, die Ungleichheit des
chen Stromes, die Ableitung der Durchfeuchtungsflüſſigkeiten und
) zu erwähnenden Verhältniſſe der Voltaiſchen Alternative können
e wechſelndſten Ergebniſſe herbeiführen.

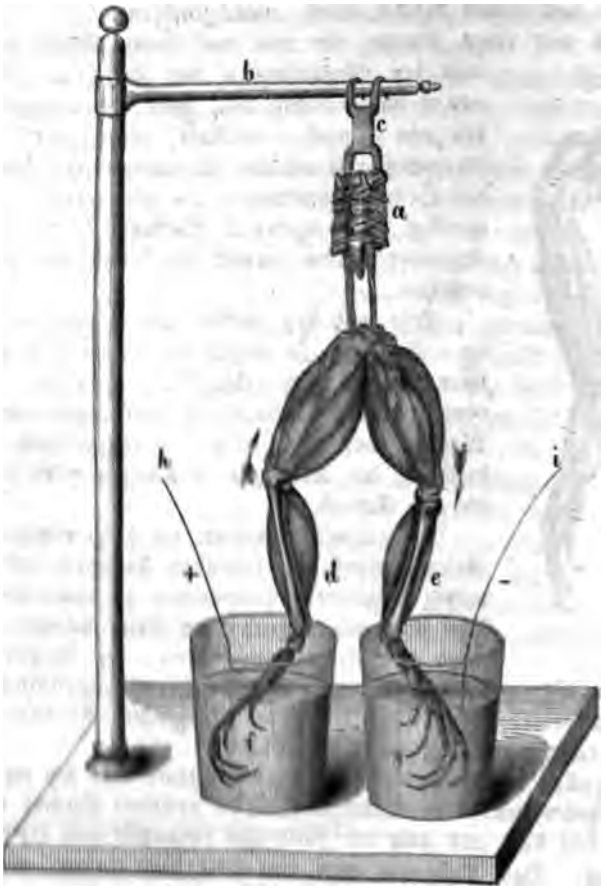
r Einfluß der Voltaiſchen Alternative läßt ſich mit größerer 2193
:it nachweiſen. Leiten wir eine Reihe poſitiver Ströme centrifugal
werden nach und nach die Zuckungen ſchwächer und bleiben endlich
aus. Das Präparat muß eine Zeit lang ruhen, wenn es ſich

unter denſelben Verhältniſſen von Neuem zuſammenziehen ſoll (§
Wechſeln wir aber die Pole oder die Richtungen, unmittelbar na
die centrifugale poſitive Strömung unbeantwortet gelaſſen hat, d.
wir einen negativen Strom centrifugal oder einen poſitiven centri
ſo kehren die Zuckungen auf der Stelle wieder. Sie beſitzen in
ihre größte Lebhaftigkeit, ſind ſtärker als die, welche die zuletzt
ten poſitiven centrifugalen Ströme ergaben, nehmen aber wieder
nach ab und bleiben zuletzt gänzlich aus. Aendert man nun die
richtung zum zweiten Male und kehrt ſo zu der, die man zu
zurück, ſo wiederholen ſich die Zuckungen. Wie die dritte Wirk
der erſten, ſo kann dann die vierte der zweiten u. ſ. f. entſprech

Ein einfaches Froſchpräparat, wie es §. 2133. Fig. 41. abgebildet iſt, das Geſetz der Voltaiſchen Alternative zur Anſchauung bringen. Man i im Stande, eine andere etwas verwickeltere Vorrichtung zu wählen, um die und die Marianiniſchen Erſcheinungen zugleich zu beobachten.

Das Wirbelſtück *a*, Fig. 54, eines der §. 2165., Fig. 48., dargeſtellte

Fig. 54.



:r eine Stelle des Unter- oder Oberſchenkels zum Anſpruchsorte wählt.

ücken wir die Norm allgemein aus, ſo verliert immer das Präpa- 2194
e Empfänglichkeit für die eine und erhält ſie dafür für die ent-
etzte Stromesrichtung. Wird die Wirkung der einſeitigen Span-
ch und nach geſchwächt, ſo erhöht ſich dafür die der anderen. Die
eit ſinkt jedoch indeß abſolut genommen immer mehr, bis endlich
nfluß des Galvanismus unwirkſam wird. Der Wechſel läßt ſich
n ſo häufiger wiederholen und die Zeiträume, in denen die eine
richtung Zuckungen hervorruft, dauern um ſo länger, je friſcher
fänglicher die Muskeln ſind.

s Geſetz der Voltaiſchen Alternative kann auch an lebenden Frö- 2195
chgewieſen werden. Ich legte den poſitiven Drath einer aus
upferplatten beſtehenden Säule an den Vordertheil und den nega-
die Füße eines feſtgebundenen Froſches und wiederholte die
ſo lange, bis die Zuckungen ausblieben oder nur ſehr ſchwach
Wechſelte ich die Pole, ſo erhielt ich wieder bedeutend ſtärkere
nziehungen. Sie ſtanden jedoch in der Regel denen, die am An-
s ganzen Verſuchs aufgetreten waren, nach. Die Wirkung hörte
der früher, als nach der urſprünglichen centrifugalen Einleitung
iven Stromes, auf.

kt ein poſitiver Strom fortwährend in centripetaler Richtung, ſo 2196
h im Allgemeinen die Reizbarkeit beſſer, als wenn die gleiche
g centrifugal zu wiederholten Malen thätig iſt. Matteucci [1])
ar an, daß die letztere Strömungsart, wenn ſie das Präparat
Zeit durchſetzt, die Empfänglichkeit erhöht, die centrifugale dagegen

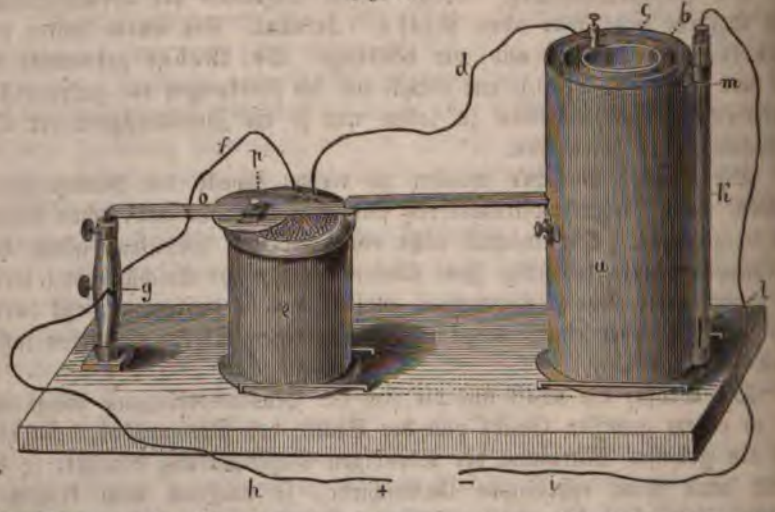
merkſamkeit iſt nicht im Stande, einen gewiſſen Wechſel, eine nicht unbedeutende Ungleichheit der einwirkenden Anregung zu verhüten.

Das Hammerwerk des Magnetelektromotors iſt in dieſer Hinſicht zuverläſſiger. Die Ungleichheit der Wirkung geht nicht ſowohl von ihm, als von dem mit ihm verbundenen galvaniſchen Apparate aus. Bedient man ſich einer ſogenannten beſtändigen Säule (§. 2162.), ſo kann man ſich der zu vergleichenden Unterſuchungen nöthigen Gleichförmigkeit möglichſt annähern. Alle quantitativen Beſtimmungen werden daher auch hier eine feſtere Grundlage erhalten.

Wir haben ſchon Bd. I. S. 190. die Einrichtung des Reef'ſchen Magnetelektromotors kennen gelernt. Fig. 55. zeigt uns eine der kleineren, Bd. I. S. 191. erwähnten Vorrichtungen, die auch zu ärztlichen Zwecken mit Nutzen gebraucht werden können. Ein ſolcher diente mir auch zu den meiſten Beſtimmungen, welche ich in den ſpäteren Abſchnitten dieſer Darſtellung anzuführen Gelegenheit haben werde.

a, Fig. 55. iſt ein Metallbehälter, der ungefähr zur Hälfte mit einer Löſung von ſchwefelſauerem Kupferoxyd gefüllt wird. Engliſche mit 2 Theilen Waſſers verdünnte Schwefelſäure kommt in die Thonzelle *b*. Der Zinkcylinder *c* wird zuerſt in verdünnte

Fig. 55.



Schwefelſäure gelegt und dann an der äußeren und inneren Oberfläche mit Queckſilber abgerieben, damit ſeine Maſſe mehr geſchont werden könne. Man ſtellt ihn in die Thonzelle *b*.

Der poſitive Pol, den er abgiebt, wird durch den Drath *d* mit der in *c* enthaltenen elektromagnetiſchen Spirale verbunden. *c* hat zu dieſem Zwecke einen Ausläufer, deſſen Schraube den metalliſchen Theil von *d* einklemmen kann. Das freie Stück von *d* dagegen iſt mit Seide umſponnen.

Das zweite ebenfalls zum größten Theile umſponnene Ende, *f*, wird in das Meſſingſtativ *g* mittelſt der dort befindlichen Schraube feſtgeſtellt. Der Drath *h* kann hier auf die gleiche Weiſe eingefügt werden. Er bildet mithin den poſitiven Theil, der ſich als *cdefgh* fortzieht.

Der Behälter, der die Löſung des ſchwefelſaueren Kupferoxyds einſchließt, hat an der Seite eine Glasröhre *k*, in deſſen Boden ein Kupferſtück *l* hineinragt. Dieſes ſteht aber mit *a* in unmittelbarer metalliſcher Verbindung. Ein zweiter größtentheils umſponnener und an beiden Enden freier Kupferdrath *m* läuft durch einen Korkpfropf, der in die Oeffnung der Glasröhre *k* eingefügt zu werden vermag. Iſt *k* mit Waſſer g

ſo werden um ſo leichter Schluß und Oeffnung in möglichſt kurzen
umen wechſeln können. Da die magnetelektriſchen Rotationsmaſchinen
ie Magnetelektromotoren dieſe Bedingung erfüllen (Bd. I. §. 363.),
ten ſie hier immer gute Dienſte. Man kann ſie in lebenden, wie
haupteten Geſchöpfen anwenden. Es läßt ſich ſelbſt dann das Geſetz
ltaiſchen Alternative in glücklichen Fällen nachweiſen.

Die Haupterſcheinung, welche dieſem Auftreten der Wechſelkrämpfe 2205
Grunde liegt, war ſchon Volta [2]) bekannt. Sie wurde ſpäter von
li, Matteucci und mir beſtättigt. Ed. Weber gebrauchte ſie,
ir ſahen (§. 2109.), mit Glück, um die Wirkungen der galvaniſchen
ität länger anhalten zu laſſen und ſo die Zuverläſſigkeit der Un-
ungen zu erleichtern.

Die meiſten Forſcher wählen zu dieſem Zwecke die Rotationsma- 2206
. Die Magnetelektromotoren ſind aber hier aus mehrfachen Grün-
orzuziehen. Sie machen nicht einen zweiten Gehilfen, gleich den
pparaten nothwendig. Jede ſtärkere mechaniſche Erſchütterung bleibt
nen aus. Der Hauptvortheil endlich, den ſie darbieten, liegt darin,
an hier eher einen möglichſt gleichförmigen Strom einwirken laſſen

Die Größe, die Kraft und die Art der Muskelverkürzung hängt nur
einem gewiſſen Grade von der Stärke des Stromes ab. Iſt ein-
in gewiſſes Maximum der lebendigen Gegenwirkung erreicht, ſo be-
man keine erheblichen Unterſchiede, je nachdem noch kräftigere
e einwirken oder nicht. Es frägt ſich aber, ob nicht dieſes Wech-
ältniß auf die Dauer der Reizbarkeit einwirkt, ob nicht dann der
l durch einen kräftigeren Strom eher erſchöpft wird und ſpäter im

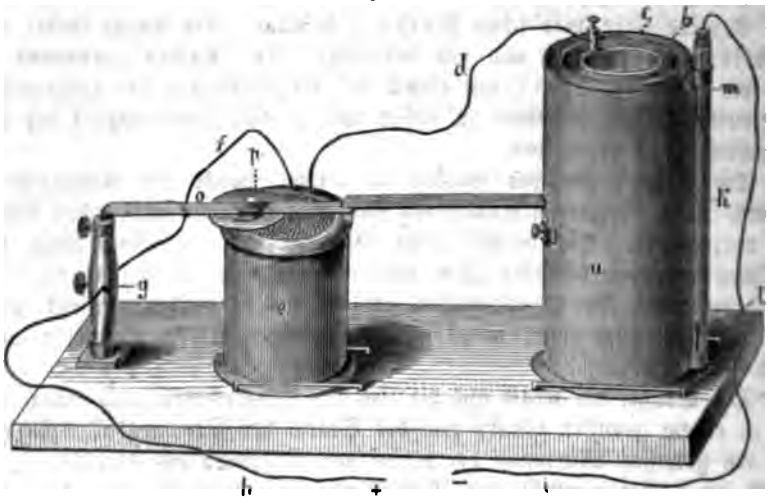
merkſamkeit iſt nicht im Stande, einen gewiſſen Wechſel, eine nicht unbedeutende Ungleichheit der einwirkenden Anregung zu verhüten.

Das Hammerwerk des Magnetelektrometers iſt in dieſer Hinſicht zuverläſſiger. Die Ungleichheit der Wirkung geht nicht ſowohl von ihm, als von dem mit ihm verbundenen galvaniſchen Apparate aus. Bedient man ſich einer ſogenannten beſtändigen Säule (§. 2162.), ſo kann man ſich der zu vergleichenden Unterſuchungen nöthigen Gleichförmigkeit möglichſt annähern. Alle quantitativen Beſtimmungen werden daher auch hier eine feſtere Grundlage erhalten.

Wir haben ſchon Bd. I. S. 190. die Einrichtung des Neef'ſchen Magnetelektromotors kennen gelernt. Fig. 55. zeigt uns eine der kleineren, Bd. I. S. 191. erwähnten Vorrichtungen, die auch zu ärztlichen Zwecken mit Nutzen gebraucht werden können. Ein ſolcher diente mir auch zu den meiſten Beſtimmungen, welche ich in den ſpäteren Abſchnitten dieſer Darſtellung anzuführen Gelegenheit haben werde.

a, Fig. 55. iſt ein Metallbehälter, der ungefähr zur Hälfte mit einer Löſung von ſchwefelſauerem Kupferoxyd gefüllt wird. Engliſche mit 2 Theilen Waſſers verdünnte Schwefelſäure kommt in die Thonzelle *b*. Der Zinkcylinder *c* wird zuerſt in verdünnte

Fig. 55.



Schwefelſäure gelegt und dann an der äußeren und inneren Oberfläche mit Queckſilber abgerieben, damit ſeine Maſſe mehr geſchont werden könne. Man ſtellt ihn in die Thonzelle *b*.

Der poſitive Pol, den er abgiebt, wird durch den Draht *d* mit der in *e* enthaltenen elektromagnetiſchen Spirale verbunden. *e* hat zu dieſem Zwecke einen Ausläufer, deſſen Schraube den metalliſchen Theil von *d* einklemmen kann. Das freie Stück von *d* dagegen iſt mit Seide umſponnen.

Das zweite ebenfalls zum größten Theile umſponnene Ende, *f*, wird in das Meſſingſtativ *g* mittelſt der dort befindlichen Schraube feſtgeſtellt. Der Draht *h* kann hier auf die gleiche Weiſe eingefügt werden. Er bildet mithin den poſitiven Theil, der ſich als *c d e f g h* fortzieht.

Der Behälter, der die Löſung des ſchwefelſauren Kupferoxyds einſchließt, hat an der Seite eine Glasröhre *k*, in deſſen Boden ein Kupferſtück *l* hineinragt. Dieſes ſteht aber mit *a* in unmittelbarer metalliſcher Verbindung. Ein zweiter größtentheils umſponnener und an beiden Enden freier Kupferdraht *m* läuft durch einen Korkpfropf, der in die Oeffnung der Glasröhre *k* eingefügt zu werden vermag. Iſt *k* mit Waſſer ge-

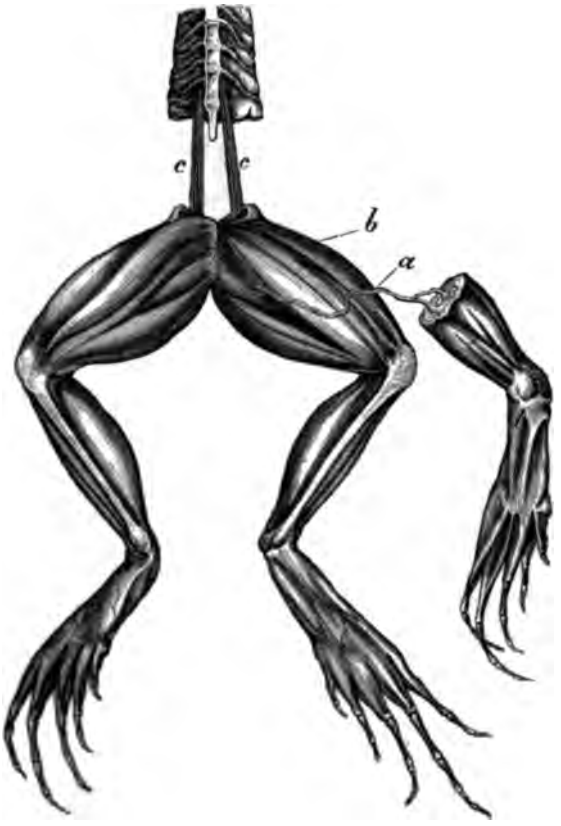
kräftige Nervenreize nicht im Stande, dieſen Zuſtand zu verändern. kann dann den bloßgelegten Hüftnerven langſam oder raſch drücke ſelbſt durchſchneiden, ohne daß ſich die einmal vorhandenen Verhä ändern.

2209 Ein reizbares Froſchpräparat von der Form Fig. 41. antwortet mit lebhaften Starrkrämpfen, wenn es ſelbſt auf einer Glasplatt gebreitet iſt und der eine Drath des Magnetelektromotors in der A ſäule ſteckt, der andere dagegen auf dem trockenen Tiſche liegt. J Theil des Rückenmarkes mehr vorhanden, ſo gelangt man oft zu den chen Ziele, ſobald man nur den Hüftnerven mit dem einen Leitungs berührt. Die Erſcheinungen verſtärken ſich jedoch, ſo wie man den ten Drath mit den Muskeln verbindet.

2210 Der präparirte Froſchſchenkel zuckt bisweilen ſchon, wenn man ſeinen Nerven an den umſponnenen Theil des einen Kupferdrath Magnetelektromotors anlegt oder ihn nur in deſſen Nähe bringt. geringſte Vertheilung des elektriſchen Stromes reicht dann ſchon merkliche Einflüſſe auszuüben.

2211 Legt man den Hüftnerven, *a*, Fig. 56., eines präparirten Froſch kels auf die Muskeln des Oberſchenkels eines größeren Froſchpräpa

Fig. 56.



den einen Drath des Magnetelektromotors in die Wirbelsäule ein
ührt mit dem anderen die Muskelmasse *b*, so verfällt nicht nur *b*,
n häufig auch *a* in die heftigsten Starrkrämpfe. Die Zehen wer-
t vieler Gewalt aus einander gezogen und bleiben in dieser Stel-
o lange der Magnetelektromotor thätig ist.

ir erhalten im Allgemeinen um so stärkere Wirkungen des Neben- 2212
ıtes, je mehr dieses von dem Strome getroffen werden kann. Die
ämpfe werden daher lebhafter, wenn der Drath unterhalb, als
r oberhalb *a* angelegt wird. Hat man kräftige Wirkungen er-
ıls *a* die Muskeln berührte, so werden sie verhältnißmäßig schwä-
› wie man die Muskeln des Nebenpräparates und nicht dessen
ven an die Muskelmasse von *b* anlegt. Dient hierbei der Quer-
›er Muskeln als Berührungsfläche, so kann sich die Wirkung ver-

e Einrichtung der Fig. 56. abgebildeten Anordnung der Frosch- 2213
ımmt mit der, durch welche Matteucci seine Angaben über die
onszusammenziehungen erhärtete, überein (Bd. I. S. 180.). Die
wähnten Veränderungen, welche das Nebenpräparat unter dem
e des Magnetelektromotors zeigt, beruhen jedoch nicht hierauf, son-
ıf der gewöhnlichen Thätigkeitsweise galvanischer Ströme. Isolirte
vollständig und schob zwischen *a* und *b* ein sehr dünnes Chevalier'-
›eckblättchen, wie man es zu mikroskopischen Untersuchungen ge-
, so verfielen auch nicht die zu *a* gehörenden Muskeln in Starr-
. Die geringste Menge von Feuchtigkeit aber, die als Zwischen-
›iente, rief sie auch hier hervor. Umhüllte ich *b* vollständig mit
›der mehreren Schlagblättern ächten Silbers, so wurde hierdurch
ırrkrampf des Nebenpräparates nicht gehemmt.

:r Empfänglichkeitsgrad des Froschpräparates bestimmt die Wir- 2214
ie der Magnetelektromotor ausübt. Sollen überhaupt Starrkrämpfe
ande kommen, so darf die Reizbarkeit nicht unter eine gewisse
herabsinken. Ist dieses der Fall, so bemerkt man eine Reihe von
zuckungen. Die Muskeln zittern fortwährend. Es ereignet sich
ıuch häufig, daß dieses Spiel der längeren Einwirkung des Magnet-
ıotors nachfolgt, daß es an den Oberschenkelmuskeln eintritt, wenn
:r Unterschenkel und der Fuß in ihrer früheren Steifheit ver-

ßt man den Magnetelektromotor auf die Fig. 54. §. 2193. abge- 2215
Vorrichtung wirken, so kann man sich leicht überzeugen, daß diese
selnden Zukungen weit länger als die früheren Starrkrämpfe ein-

Sind die Theile kräftig genug, so hält das lebhafte Spiel der
ln selbst unter dem Einflusse eines starken elektrischen Stromes län-
› eine halbe bis eine ganze Stunde an. Die Wirkungen vertheilen
ch hierbei in ungleicher Weise, ohne daß man sich hiervon im Ein-
genaue Rechenschaft geben könnte. Es zucken die Muskeln des
in einem, die des Unterschenkels in einem zweiten, und noch an-
ı einem dritten Augenblicke. Die Dauer und die Stärke der Zu-

sammenziehung unterliegt ebenfalls den verschiedensten Schwan
Wird ein Nervenstamm berührt, so antworten oft die Theile le
als wenn man die Muskelmasse selbst anspricht.

2216 Der Einfluß, den die Empfänglichkeit der Nerven und der
massen ausübt, kann auch an dem Herzen nachgewiesen werden.
noch reizbar genug, so verfällt es in Starrkrampf, so wie man d
ken Strom eines Magnetelektromotors durchleitet. War dagege
Kraft gesunken, so bewirkt nur die gleiche Anregung, daß es mi
rer oder geringerer Lebhaftigkeit klopft. Man vermag auf dies
neue Schläge in Herzen, die schon ruhten, anzuregen. Wird sel
ter der Strom nicht mehr durchgeleitet, so dauert doch oft noch l
pfen fort.

2217 Wir werden in der Folge ausführlicher kennen lernen, daß
Ergebniß von den Arten des kürzesten Weges der elektrischen St
in hohem Grade abhängt. Berühren die Dräthe zwei entgege
Seiten der Querfurche, so erhält man meist allgemeinere Wirkun
wenn sie an den Seitenrändern der Kammer angelegt werden.
das Herz, so bemerkt man oft, daß sich die Herzspitze in dem
Falle kräftig hebt, daß in dem letzteren dagegen nur leisere Zus
ziehungen der Kammer zu Stande kommen.

2218 Ist der gehörige Grad von Reizbarkeit vorhanden, so könn
die Lymphherzen des Frosches in Starrkrampf unter dem Einf
Magnetelektromotors verfallen. Es hören daher ihre klopfenden
gungen auf[1]). Standen sie schon vorher still, so gelingt es bi
sie von Neuem auf elektrischem Wege anzuregen. Gelingt diese
wenn man den Strom unmittelbar durchleitet, so kann man au
Ziele gelangen, wenn man ihn durch das Rückenmark führt. Die
herzen sind ebenfalls im Stande, in der Folge von selbst fortzuklo

Da die kleinen Lymphherzen des Frosches in der Nähe von ausgedehnten
massen liegen, so stört häufig die starke Zusammenziehung von diesen die Rei
Versuchs. Es ist meistentheils nicht möglich, sich von dem Zustande des hinteren
herzen genau zu unterrichten, wenn die Hinterbeine in heftige Starrkrämpfe
oder die Muskeln derselben lebhaft zittern. Die vorderen Lymphherzen führen
zum Ziele. Man trägt den Kopf des Frosches zwischen dem Hinterhaupte und
sten Wirbel ab, entfernt die hintere Hälfte des Körpers, öffnet das übrigbleiben
und nimmt alle noch in ihm vorhandenen Eingeweide hinweg. Die vorderen L
zen lassen sich dann bald dicht unter dem großen Querfortsatze des dritten Wir
finden. Das Zucken der benachbarten Muskeln kann aber auch hier, besonder
günstiger Beleuchtung des Präparates irre führen.

2219 Der Nerv, die Muskeln oder beide und die sie berührenden
bildeten in den bis jetzt betrachteten Fällen wesentliche Stücke der
nischen Kette. Man kann aber auch noch unter anderen Verhä
Zuckungen hervorrufen.

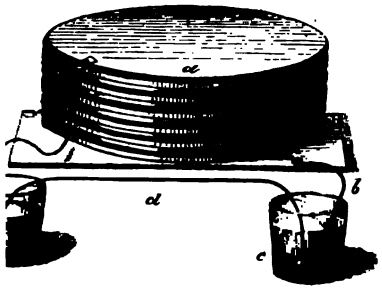
Antwortet ein Froschpräparat nicht mehr, wenn man seinen
mit einem Zinkstreifen in Verbindung setzt, so zieht es sich häuf

[1]) Volkmann, in Muller's Archiv. 1845. S. 415. und Mayer, in Fr
neuen Notizen. Bd. XXXVIII. Nr. 834. Weimar, 1846. 4. S. 313.

men, so wie dasselbe Metallblatt das Nebenglied einer in sich ge-
nen Kette bildet. Man legt das eine Ende desselben an den Ner-
nes auf einer Glasplatte ausgebreiteten Froschpräparates und das
auf den Schließungsbogen einer galvanischen Kette. Wird diese
selnd unterbrochen und geschlossen, so ziehen sich häufig die Mus-
bhaft zusammen. Sie zucken aber doch meist weniger stark, als
dem unmittelbaren Einflusse desselben Stromes.

ildete ein Metalldrath den Schließungsbogen einer galvanischen 2220
, so kann er später ohne Weiteres Bewegungen anregen. Man
u diesem Zwecke eine Säule *a* Fig. 57., die aus 10 Zink-Kupfer-

Fig. 57.



platten von 7 bis 8 Quadrat-centimeter Oberfläche besteht, auf, nimmt mit verdünnter Schwefelsäure durchfeuchtete Scheiben von Pappdeckel als Leiter und wählt zwei Platindräthe *b* und *b* zu Elektroden. Diese tauchen in zwei mit destillirtem Wasser gefüllte Gläser *cc*.

Hat man sich überzeugt, daß ein dritter Platindrath, der mit dem Nerven und dem Muskel oschpräparates in Berührung kommt, keine Veränderung einleitet, eßt man mit ihm, *d*, die Fig. 57. abgebildete Kette und läßt ihn ne Minute oder noch kürzere Zeit liegen. Nimmt man ihn dann , trocknet ihn sorgfältig ab und führt ihn an den Nerven und den l des Froschschenkels, so wird man oft finden, daß sich dieser leb-ısammenzieht. Ich erhielt die Zuckungen am Häufigsten, wenn ich das eine, der negativen Elektrode entsprechende Ende des Platin-ı an den Nerven und dann das andere an den Muskel anlegte. r ich umgekehrt, so gelangte ich nur hin und wieder zu scharfen ıissen.

er Platindrath kann ohne Nachtheil so sehr als möglich abgetrock- 2221
rden sein. Er behält dann seine Eigenschaft, als Erreger zu wir-
ne Zeit lang bei. Dicke Dräthe bewahren ihre Kräfte länger, als

Die Glühhitze dagegen vernichtet ihren Einfluß auf der Stelle.
ıer der Drath die Kette von Neuem geschlossen, so kehrt seine Wir-
bermals wieder. Die Versuche gelingen nicht bloß mit Platin, son-
uch mit Kupfer und Messing.

rbeitet man mit einem sehr empfänglichen Präparate, so erhält man 2222
ıisweilen Zuckungen, wenn der Drath den Nerven allein berührt.
ıucht dann nicht einmal in beide Wassergefäße *cc* Fig. 57. einge-
worden zu sein. Wurde er nur in eines eingesenkt oder bildete er
ine Elektrode, so gewinnt er schon die eben erwähnten Kräfte.

)a die sorgfältigste Abtrocknung seine Fähigkeiten nicht aufhebt, so 2223
wir schließen, daß eine gewisse elektrische Spannung eine Zeit lang

in ihm zurückbleibt. Die Glühhitze vernichtet sie aber eben so gut, sie die Kräfte eines Magneten aufhebt.

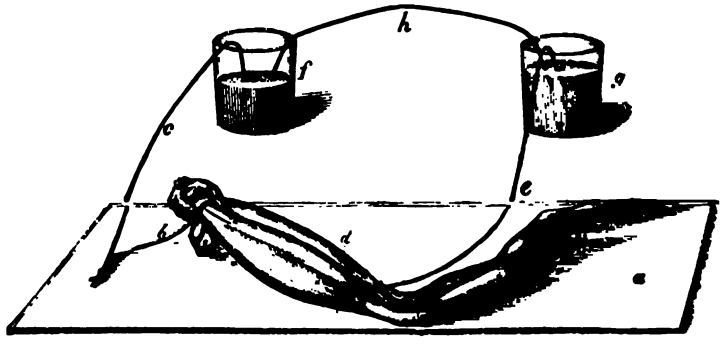
24 Wir haben schon früher (Bd. I. §. 363. und 364.) gesehen, magnetelektrische Ströme Muskelzuckungen bedingen. Der Anker wi der Rotationsmaschine abwechselnd abgerissen und angefügt. Ein langer umsponnener Leitungsdrath erhöht die physiologische Wirkun angeregten Spannung.

Heidenreich[1]) erhielt schon sanftere Wirkungen an Frosch- Kaninchenpräparaten, wenn er den Nerven und den Muskel mit Reihen von magnetisirten Stahlstäben leitend verband und ein Hu das die entgegengesetzten Enden von diesen vereinigte, abriß und wie anfügte. Die Voltaische Alternative ließ sich auch auf diese Wei Anschauung bringen.

25 Die elektrischen Spannungen, welche chemisch verschiedene Flüs ten oder der Temperaturwechsel erzeugen, können endlich ebenfall Nerven- und die Muskelfaser kräftig anregen.

Ein von Becquerel zuerst angegebener Versuch weist die Ein welche die innere Eigenthümlichkeit der Flüssigkeiten auszuüben ver deutlich nach. Man verbindet den Nerven *b* eines auf einer Glas *a*, Fig. 58., ausgebreiteten Froschpräparates mit einem Platinbla

Fig. 58.



und den Muskel *d* mit einem zweiten *e*. *c* taucht in ein Gefäß *f*, verdünnte Salpetersäure und *e* in ein zweites *g*, das eine schwach sung von kaustischem Kali enthält. Werden nun *f* und *g* mittelst eine feuchteten baumwollenen Dochtes in Wechselbeziehung gebracht, so häufig der Froschschenkel bei dem Schlusse der Kette.

26 Ich erhielt noch die gleichen Wirkungen, wenn ich den Versuch facher anstellte. Ich füllte die Gläser *f* und *g* mit bloßem destill

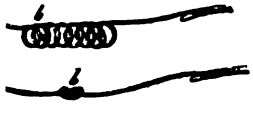
---

[1]) F. W. Heidenreich, Die physiologische Induction, ein Beitrag zur medicini und Nervenphysik. Ansbach, 1846. 8. S. 13—17.

leitete die Platinbleche *c* und *e* an den Nerven *b* und den
nes Froschpräparates. Dieses regte sich noch nicht, wenn ich
anze durch den eingesetzten Platindrath *h* schloß. Entfernte
en, goß ein paar Tropfen Salpetersäure in *f* oder in *g* und
von Neuem ein, so zog sich bisweilen *d* so heftig zusammen,
schschenkel von der Glasplatte hinwegsprang.

erel bediente sich eines eingerollten Platindrathes, um die 2227
n Kräfte der thermoelektrischen Ströme nachzuweisen. Brin-
en Platindrath *a*, Fig. 59., der in *b* schraubenförmig ge-

Fig. 59.



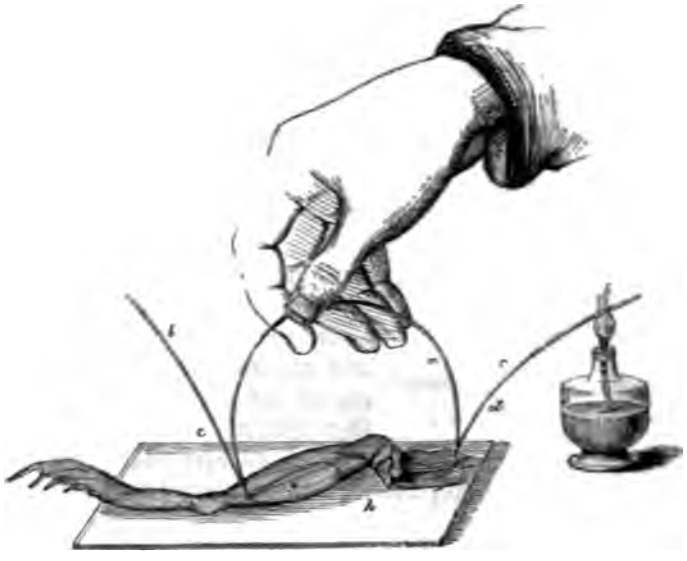
wunden oder auch nur schlingenartig zusammengelegt ist, mit den Ausläufern eines Galvanometers in Verbindung und erwärmen eine Stelle von *a*, so erzeugt sich ein lebhafter thermoelektrischer Strom, der hier unter günstigen
: von *a* nach *b* geht. Er kann dagegen auch, wenn man mit
oder Spießglanz arbeitet, in der entgegengesetzten Richtung

erel rollte die Enden eines Platindrathes schraubenförmig 2228
das eine von ihnen rothglühend und berührte mit ihm das
t (*a* Fig. 48. §. 2165.) eines auf einer Glasplatte ausgebrei-
räparates, während das andere Ende an dem Schenkel anlag.
ı zuckten dann auf das Lebhafteste. Wählte er dagegen die
Verbindungsweise, so blieb die Verkürzung aus. Es versteht
st, daß hierzu Präparate, die unter dem bloßen Einflusse des
talls ruhig blieben, benutzt werden mußten.

ser Bedingung nur in den selteneren Fällen Genüge geleistet 2229
ı, so suchte ich die Wirkung der thermoelektrischen Ströme
nderen Wege nachzuweisen. Die beiden Endglieder der ther-
n Spannungsreihe sind Spießglanz und Wismuth. Man be-
ıher dieser beiden Metalle in den meisten thermoelektrischen
physikalischer Versuche wegen aufgebaut werden. Eisen und
en aber schon zu den hauptsächlichsten physiologischen Unter-
in. Sind sie zu einem thermoelektrischen Bogen zusammen-
› erwärmt man das eine der beiden Enden oder der Löthungs-
eht dann der positive Strom von dem Kupfer zum Eisen, wie
:m Wismuth zum Spießglanz.

iegt einen ausgeglühten Eisendrath *a*, Fig. 60, der 5 Deci-
und 2 bis 3 Millimeter dick ist, hufeisenförmig, löthet einen
von 3 Decimeter Länge und 2 Millimeter Dicke an jeder
ınd feilt die Verbindungsstellen spitz zu. Das eine Ende *d*
dem Nerven *f* und das andere *e* mit dem Muskel *g* des auf
›latte *h* ausgebreiteten Froschpräparates in Berührung. Hat
erzeugt, daß die bloße Wirkung des Metalls keine Zuckungen

Fig. 60.



anregt, so braucht man nur *c* mit einer untergesetzten Weingeistlampe zu erwärmen, um zum Ziele zu gelangen. Man erhält schon lebhafte Zusammenziehungen, ehe noch *c* zum Glühen kommt und bevor noch das Gefühl des an *d* gelegten Fingers die Statt findende Wärmeerhöhung verräth.

2230 Verdünnung oder Verdichtung der Luft. — Da die Krämpfe, unter denen Thiere in dem luftverdünnten Raume sterben, augenblicklich aufhören, so folgt hieraus von selbst, daß die gesteigerte Spannung der Atmosphäre die Zusammenziehung der Muskeln nicht sogleich vernichtet. Aeltere Erfahrungen lehren schon, daß die verdichtete Luft eben so wenig die Reizbarkeit auf der Stelle beseitigt. Fontana[1]) fand, daß nur dann das Herz langsamer schlägt und seine Kräfte allmählig verliert. Stand es still, so konnte es selbst nicht nach Stunden unter dem gewöhnlichen Atmosphärendrucke von neuen Reizen belebt werden.

2231 Das Herz eines Frosches schlug in einem von mir gemachten Versuche lebhaft von selbst fort, wenn die Luft, in der es sich befand, auf $^1/_3$ bis $^1/_6$ verdünnt worden. Waren Froschpräparate in einem Raume, dessen atmosphärische Spannung nur $^1/_9$ des gleichzeitigen Luftdruckes betrug, eingeschlossen, so zogen sie sich auf das Lebhafteste unter dem Einflusse des Magnetelektromotors zusammen.

[1]) A. Fontana, Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper. Uebersetzt von Hebenstreit. Leipzig. 1758. 8. S. 54.

Will man die Einflüſſe, welche die Elektricität in dem luftverdünnten Raume aus-
ennen lernen, ſo ſchließt man das eine Ende einer cylindriſchen Glasröhre *a*, Fig.
61., mit einem Zapfen, durch
den zwei Metalldräthe, *b*
und *c*, durchgeleitet ſind.
Der eine von ihnen ragt
tiefer in die Glasröhre, als
der andere, hinein. Beide
ſind aber hier an ihren En-
den hakenförmig umgebogen.
Der Schluß des Ganzen
wird durch den Band I.
S. 550. erwähnten Kitt ge-
ſichert. Hat man ihn nicht
gerade bei der Hand, ſo
kann man ihn auch mit ei-
ner Miſchung von gleichen
Theilen Kolophonium und
Wachs, der man etwas
Terpentinöl bei dem Schmel-
zen hinzugefügt hat, erſetzen.
Man muß ſo viel Terpen-
tinöl nehmen, daß das
Ganze in der gewöhnlichen
Zimmerwärme biegſam, je-
doch nicht zu flüſſig iſt.

Fig. 61.

Der eine Haken des
Leitungsdrathes *b* nimmt
den Nerven oder die Weich-
gebilde des Oberſchenkels, der
von *c* dagegen die Muskeln
des Unterſchenkels des ein-
geſchobenen enthäuteten
Froſchſchenkels auf. Das
Ganze wird luftdicht mit ei-
ner Handluftpumpe *d* ver-
bunden. Das entgegenge-
ſetzt gerichtete, mit dem
Hahn *e* verſehene Stück
en vereinigt ſich hermetiſch mit einer Knieröhre, deren längerer Schenkel *f* 8 De-
r mißt. Dieſer taucht in ein mit Queckſilber gefülltes Gefäß *g*.
iſt der Hahn *e* geſchloſſen, ſo pumpt man Luft aus. Will man nun den Grad der
ünnung, den man erreicht hat, kennen lernen, ſo öffnet man *e*. Das Queckſilber
in *f* bis zu einer gewiſſen Höhe empor. Hat man dieſe gemeſſen, ſo läßt ſich die
nung leicht beſtimmen.

Der gleichzeitige Barometerſtand betrug z. B. 71,2 Centimeter in einem der oben
nten Verſuche. Die in *f* befindliche Queckſilberſäule ſtieg aber auf 63 Centimeter.
Spannung glich daher 8,2 Centimeter oder nicht ganz $\frac{1}{9}$ des Atmoſphärendruckes.

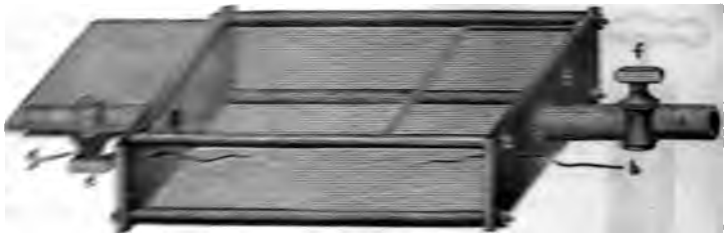
Will man größere Theile oder ganze Fröſche der verdünnten oder verdichteten Luft
en, ſo kann man ſich des Fig. 62. abgebildeten Kaſtens bedienen. Die Rahmen
en beſtehen aus Meſſingſtäben, welche genau in einander paſſen und durch feſte
gene Schrauben eng zuſammengehalten werden. Zwei Meſſingplatten *ab* bilden die
e und die hintere Wand. Die übrigen Wände dagegen ſind von dickem, aber durch-
m Glaſe. Die obere kann deckelartig, wie es Fig. 62. andeutet, vorgeſchoben wer-
Sie läuft in Rinnen der entſprechenden Theile der Meſſingrahmen.

ſowohl als *b* beſitzen zwei große Oeffnungen, in denen zwei meſſingene Röhren *c*
luftdicht eingefügt ſind. Jede von ihnen führt einen gut ſchließenden Hahn *e* und

[illegible] Raume.

[illegible] er haftet, seine [illegible] läßt.

[illegible]



[illegible] dünnen Glasr[illegible] Versuchen nöth[illegible]

[illegible] werden der [illegible] Hahn f und bringt [illegible] Luftpumpe. [illegible] Das Auspumpen und [illegible] vollkommen schließt [illegible] bis dieser Hauptbedingung [illegible] dann die Nebenöffnungen, [illegible]

[illegible] den mächtigen Druck [illegible] Ich hatte einen Apparat, der diese Bedingung nicht erfü[illegible] bis zu einem gewissen Grade gestiegen, so erfolgte eine plötzl[illegible] wie von dem Losgehen einer geladenen Pistole. Die Deckscheibe war nach [illegible] und in viele Splitter zersprungen.

[illegible] man sich überzeugt, daß Alles in Ordnung ist, so kann man die obere Gl[illegible] herausnehmen, den beabsichtigten Theil hineinbringen, metallene Leitungsdr[illegible] durch die kleineren Oeffnungen führen und Alles hermetisch schließen, um den Ver[illegible] auf die früher geschilderte Weise vorzunehmen.

[illegible] ähnlicher Kasten, der nur nicht so starke Glaswände zu haben braucht, [illegible] später zu erwähnenden Versuchen dient, so kann es wünschens[illegible] sein, daß man ihn im Ganzen unter ein Mikroskop zu bringen vermag. Der von [illegible] Apparat hat daher 12½ Centimeter Länge, 7½ Centimeter Breite und [illegible] Cent. Höhe. Er kann, wie man sieht, einen ganzen Frosch aufnehmen und nichts [illegible] nicht unter einem größeren Schieck'schen Mikroskop mit mäßig starken Ver[illegible] berungen durchsucht werden.

[illegible] Chemische Einflüsse. Berührt die Atmosphäre rothe Muskeln, die im Leben von der Luft abgeschlossen waren, so erzittern sie häufig von selbst (§ 2141). Man bemerkt daher oft Wechselkrämpfe der einzelnen Muskelbündel in Thieren, die unmittelbar nach dem Tode enthäutet worden sind. Die durchschnittenen Halsmuskeln eines Enthaupteten zucken nicht selten noch eine halbe Stunde nach dem Tode. Viele chirurgische Operationen geben Gelegenheit, ähnliche Erfahrungen am Lebenden zu machen (§ 2141).

[illegible] Ruht auch das Herz unmittelbar, nachdem man es bloßgelegt hat, so haben sich doch oft in der Folge seine Bewegungen von selbst ein[illegible] Aeltere Forscher bemerkten schon, daß die in die Herzhöhlen eingetriebene Atmosphäre den Schlag von Neuem anzuregen oder zu beleben im Stande

en, so wie dasselbe Metallblatt das Nebenglied einer in sich ge-
en Kette bildet. Man legt das eine Ende desselben an den Ner-
s auf einer Glasplatte ausgebreiteten Froschpräparates und das
uf den Schließungsbogen einer galvanischen Kette. Wird diese
lnd unterbrochen und geschlossen, so ziehen sich häufig die Mus-
aft zusammen. Sie zucken aber doch meist weniger stark, als
m unmittelbaren Einflusse desselben Stromes.

dete ein Metalldrath den Schließungsbogen einer galvanischen 2220
so kann er später ohne Weiteres Bewegungen anregen. Man
diesem Zwecke eine Säule *a* Fig. 57., die aus 10 Zink-Kupfer-

Fig. 57.

platten von 7 bis 8 Quadrat-centimeter Oberfläche besteht, auf, nimmt mit verdünnter Schwefelsäure durchfeuchtete Scheiben von Pappdeckel als Leiter und wählt zwei Platindräthe *b* und *b* zu Elektroden. Diese tauchen in zwei mit destillirtem Wasser gefüllte Gläser *c c*.

Hat man sich überzeugt, daß ein dritter Platindrath, der mit dem Nerven und dem Muskel
chpräparates in Berührung kommt, keine Veränderung einleitet,
t man mit ihm, *d*, die Fig. 57. abgebildete Kette und läßt ihn
Minute oder noch kürzere Zeit liegen. Nimmt man ihn dann
trocknet ihn sorgfältig ab und führt ihn an den Nerven und den
des Froschschenkels, so wird man oft finden, daß sich dieser leb-
mmenzieht. Ich erhielt die Zuckungen am Häufigsten, wenn ich
s eine, der negativen Elektrode entsprechende Ende des Platin-
an den Nerven und dann das andere an den Muskel anlegte.
ich umgekehrt, so gelangte ich nur hin und wieder zu scharfen
en.

Platindrath kann ohne Nachtheil so sehr als möglich abgetrock- 2221
en sein. Er behält dann seine Eigenschaft, als Erreger zu wir-
Zeit lang bei. Dicke Dräthe bewahren ihre Kräfte länger, als
Die Glühhitze dagegen vernichtet ihren Einfluß auf der Stelle.
der Drath die Kette von Neuem geschlossen, so kehrt seine Wir-
rmals wieder. Die Versuche gelingen nicht bloß mit Platin, son-
mit Kupfer und Messing.

eitet man mit einem sehr empfänglichen Präparate, so erhält man 2222
weilen Zuckungen, wenn der Drath den Nerven allein berührt.
ht dann nicht einmal in beide Wassergefäße *c c* Fig. 57. einge-
orden zu sein. Wurde er nur in eines eingesenkt oder bildete er
e Elektrode, so gewinnt er schon die eben erwähnten Kräfte.

die sorgfältigste Abtrocknung seine Fähigkeiten nicht aufhebt, so 2223
ir schließen, daß eine gewisse elektrische Spannung eine Zeit lang

in ihm zurückbleibt. Die Glühhitze vernichtet sie aber eben so gut, e sie die Kräfte eines Magneten aufhebt.

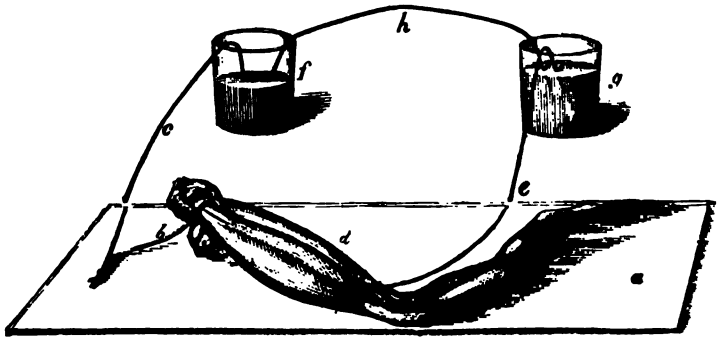
2224 Wir haben schon früher (Bd. I. §. 363. und 364.) gesehen, d magnetelektrische Ströme Muskelzuckungen bedingen. Der Anker wird der Rotationsmaschine abwechselnd abgerissen und angefügt. Ein s langer umsponnener Leitungsdrath erhöht die physiologische Wirkung angeregten Spannung.

Heidenreich[1]) erhielt schon sanftere Wirkungen an Frosch- u Kaninchenpräparaten, wenn er den Nerven und den Muskel mit z Reihen von magnetisirten Stahlstäben leitend verband und ein Hufei das die entgegengesetzten Enden von diesen vereinigte, abriß und wiede anfügte. Die Voltaische Alternative ließ sich auch auf diese Weise Anschauung bringen.

2225 Die elektrischen Spannungen, welche chemisch verschiedene Flüssi ten oder der Temperaturwechsel erzeugen, können endlich ebenfalls Nerven- und die Muskelfaser kräftig anregen.

Ein von Becquerel zuerst angegebener Versuch weist die Einfl welche die innere Eigenthümlichkeit der Flüssigkeiten auszuüben vern deutlich nach. Man verbindet den Nerven *b* eines auf einer Glasp *a*, Fig. 58., ausgebreiteten Froschpräparates mit einem Platinblech

Fig. 58.



und den Muskel *d* mit einem zweiten *e*. *c* taucht in ein Gefäß *f*, verdünnte Salpetersäure und *e* in ein zweites *g*, das eine schwache sung von kaustischem Kali enthält. Werden nun *f* und *g* mittelst eines feuchteten baumwollenen Dochtes in Wechselbeziehung gebracht, so häufig der Froschschenkel bei dem Schlusse der Kette.

2226 Ich erhielt noch die gleichen Wirkungen, wenn ich den Versuch facher anstellte. Ich füllte die Gläser *f* und *g* mit bloßem destilli

---

[1]) F. W. Heidenreich, Die physiologische Induction, ein Beitrag zur medicinis und Nervenphysik. Ansbach, 1846. 8. S. 13—17.

› den Muskel zugleich gebracht, so erhält man häufig eine hef=
ıng, so wie der verderbliche Körper die Masse zu verändern

ränkt sich die Wirkung auf eine einzelne Stelle des Nerven, so 2239
Grad des Eingriffes in zweierlei Weise wirken. Arbeitet man
›erdünnten Lösungen, so gelingt es bisweilen, daß sie nur die
:s vorübergehenden Reizes übernehmen. Das Froschpräparat
lugenblicke der Berührung. Der Nerve hat aber deshalb nicht
: seine Kräfte verloren. Er antwortet auch noch später auf
e Reize. Die wiederholte Anwendung der früheren Lösung
r noch sogleich eine neue Zuckung in glücklichen Fällen hervor=
ıreift dagegen die chemische Verbindung tiefer durch, so verhält
rletzte Stelle, wie wenn hier die Primitivfasern des Nerven der
ch durchschnitten worden wären. Die Punkte, die oberhalb der=
ɜen, können nicht mehr die Thätigkeit der Muskeln anregen.
›as Präparat von einem getödteten Thiere, so geht die Reiz=
s verletzten Theiles für immer verloren. Die Ernährungsver=
n dagegen, die das Leben begleiten, sind noch im Stande, Ein=
elche die Molecularbeschaffenheit des Nerven geändert haben,
nach zu beseitigen.

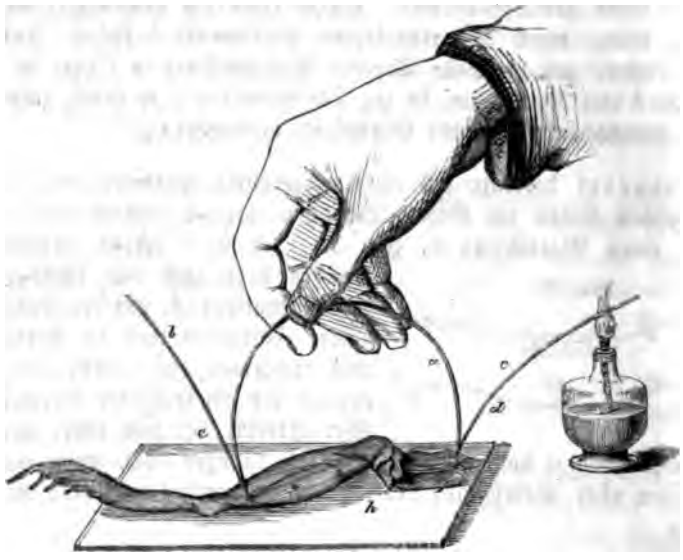
kann mit Recht behaupten, daß immer die Lebenseigenschaften 2240
itivfasern an den Stellen, an denen die mikroskopische Unter=
ie Merkmahle der Gerinnung des Nerveninhaltes nachweist, zu
ɜegangen sind. Man darf aber nicht umgekehrt annehmen, daß
ieses nicht Statt findet, fortdauern. Manche vollkommen abge=
Primitivfasern zeigen häufig kein Merkmahl von Zersetzung, das
den gegenwärtigen Hilfsmitteln der Forschung nachzuweisen im
wären.

:t ein feindlicher Körper von außen ein, so werden natürlich die 2241
lichen Primitivfasern früher, als die tieferen ergriffen. Es kann
ırkommen, daß der Nerve, wenn er im Ganzen mäßig gedrückt wird,
ntwort bedingt, daß aber einzelne seiner zerfaserten Aeste Zu=
erregen.

erden betäubende Gifte dem Blute eines Thieres einverleibt, so 2242
sich bald der Zustand der Reizempfänglichkeit. Hat man einen
mit Opium oder Strychnin vergiftet, so bedarf es oft nur des
:en mechanischen Anspruches, wie der Erschütterung des Tisches,
n das Ganze liegt, damit die heftigsten Starrkrämpfe zu Stande
l. Andere betäubende Gifte, wie Blausäure oder Wourali, ver=
die Reizbarkeit so schnell, daß sie schon kurze Zeit nach dem Tode
verloren geht.

:ßt man die Lösungen solcher Körper auf den von seinen Nachbar= 2243
n getrennten Hüftnerven wirken, so hängt der Erfolg von den
)en und nicht von den narkotisirenden Eigenschaften der gebrauch=

Fig. 60.



anregt, so braucht man nur *c* mit einer untergesetzten Weingeistlam erwärmen, um zum Ziele zu gelangen. Man erhält schon lebhaft sammenziehungen, ehe noch *c* zum Glühen kommt und bevor noch Gefühl des an *d* gelegten Fingers die Statt findende Wärmeerh verräth.

2230 Verdünnung oder Verdichtung der Luft. — D Krämpfe, unter denen Thiere in dem luftverdünnten Raume sterben, augenblicklich aufhören, so folgt hieraus von selbst, daß die geri Spannung der Atmosphäre die Zusammenziehung der Muskeln nic gleich vernichtet. Aeltere Erfahrungen lehren schon, daß die verd Luft eben so wenig die Reizbarkeit auf der Stelle beseitigt. Fonta fand, daß nur dann das Herz langsamer schlägt und seine Kräft mählig verliert. Stand es still, so konnte es selbst nicht nac unter dem gewöhnlichen Atmosphärendrucke von neuen Reizen werden.

2231 Das Herz eines Frosches schlug in einem von mir gemachten suche lebhaft von selbst fort, wenn die Luft, in der es sich befand ½ bis ⅛ verdünnt worden. Waren Froschpräparate in einem R dessen atmosphärische Spannung nur ⅑ des gleichzeitigen Luftdruckes eingeschlossen, so zogen sie sich auf das Lebhafteste unter dem Ei des Magnetelektromotors zusammen.

[1]) F. Fontana, Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Übersetzt von Hebenstreit. Leipzig. 1758. 8. S. 54.

blieb ruhig oder zuckte höchstens noch einige Mal sehr schwach. Gab
ıber auch der größere Einfluß der Innenseite deutlich zu erkennen,
tworteten doch die meisten Präparate noch auf mechanische Ansprüche,
ohl nur in geringem Grade. Hatte ich bloß die geöffnete Herz-
mit der Blausäure in Berührung gebracht, so schadete dies weniger,
venn die ganze aufgeschnittene Kammer mit den Vorkammern einge-
t worden war. Diese Erscheinung hängt vermuthlich mit gewissen
üssen der Querfurche des Herzens, die wir in der Lehre von der
enthätigkeit kennen lernen werden, zusammen.

Die betäubenden Gifte wirken daher örtlich auf das Herz. Die In- 2248
seite genießt in dieser Hinsicht eines wesentlichen Vortheils vor der
jenfläche.

Nervöse Reize. — Wir haben gesehen, daß wir jede beliebige 2249
telle des Hüftnerven gebrauchen können, um Zuckungen der entfernt ge-
generen Muskeln des Unterschenkels und des Fußes anzuregen. Es
ıß sich daher die Wirkung längs der Primitivfasern bis zu deren peri-
pherischen Enden fortpflanzen.

Wir können uns zweierlei Vorstellungen über die Art, wie dieses ge- 2250
schieht, bilden. Man nimmt an, daß ein Nervenäther in der Faser cen-
tripetal strömt, oder daß sich Schwingungen bis zu den Endschlingen
fortpflanzen. Wir haben daher hier dieselben beiden Annahmen, die auch
in der Ausfluß- und der Wellenlehre des Lichtes wiederkehren. Die Op-
tik kam erst zu einem sicheren Urtheil, nachdem Young, und Fres-
nel die Erscheinungen der Interferenz und der Polarisation auf be-
stimmte mathematische Gesetze zurückgeführt hatten. Der Sieg entschied
sich hierdurch für die Wellenlehre. Die Physiologie befindet sich dagegen
noch auf demselben Standpunkte, den die Lehre vom Lichte im vorigen
Jahrhundert einnahm. Beide Vorstellungen sind möglich. Wir werden
aber bald eine Thatsache kennen lernen, die auch hier die Annahme von
Wellenbewegungen wahrscheinlicher macht.

Jedes Endgeflecht des bewegenden Nerven umstrickt mehrere neben 2251
einander liegende Muskelfasern. Eine Faser wird aber zu wiederholten
Malen ihrer Länge nach mit Nerven versehen. Die Wirkung, die sich
längs der Nervenfasern fortpflanzt, muß einen gewissen Raumbezirk be-
herrschen. Alles deutet darauf hin, daß ihr Einfluß, gleich der der
Schwere (§. 1928.) oder der anderen allgemeineren Wirkungen, in einem
bestimmten Verhältnisse der Entfernung abnimmt, und daß sich eben des-
halb die Menge der Nerven zur vollständigen Versorgung eines Muskels
vervielfältigt.

Muß sich eine Muskelmasse zu oft bewegen, so erschöpft sich ihre 2252
Reizbarkeit für den Augenblick. Wir können hieraus schließen, daß jede
einzelne Zuckung eine entsprechende Größe moleculärer Veränderungen
in Anspruch nimmt. Vergrößert sich der Verlust in dem Grade, daß ein

f, der nur eine halbe Umdrehung gestattet, und die Röhre, in der er haftet, seiner verschiedenen Stellung gemäß hermetisch schließt oder möglichst weit offen läßt.

Fig. 62.

Die Wände *a* und *b* enthalten noch zwei kleine Löcher, die mit dünnen Glasröhren ausgefüttert sind. Sie machen es möglich, daß die zu galvanischen Versuchen nöthigen Leitungsdräthe *g* und *h* durchgeführt werden.

Die Fugen der unbeweglichen Glasplatten und der Messingrahmen werden der Sicherheit wegen mit Kitt verstrichen. Man schließt dann den Hahn *f* und bringt das Ganze auf dieselbe Weise, wie die Röhre *a* an die Fig. 61. abgebildete Luftpumpe. Die obere Glasplatte wird eingeschoben und luftdicht verkittet. Das Auspumpen und die Barometerprobe soll zuerst den Beweis liefern, ob der Kasten vollkommen schließt oder nicht. Ist dieses nicht der Fall, so hilft man mit Kitt nach, bis dieser Hauptbedingung Genüge geleistet worden. Es versteht sich von selbst, daß dann die Nebenöffnungen, die für die Leitungsdräthe angebracht sind, verstopft sein müssen.

Dieser Probeversuch belehrt zugleich, ob die Glasplatten den mächtigen Druck der äußeren Luft aushalten. Ich hatte einen Apparat, der diese Bedingung nicht erfüllte. War die Verdünnung bis zu einem gewissen Grade gestiegen, so erfolgte eine plötzliche Explosion, wie von dem Losgehen einer geladenen Pistole. Die Deckscheibe war nach innen eingedrückt und in viele Splitter zersprungen.

Hat man sich überzeugt, daß Alles in Ordnung ist, so kann man die obere Glasplatte herausnehmen, den beabsichtigten Theil hineinbringen, metallene Leitungsdräthe durch die kleineren Oeffnungen führen und Alles hermetisch schließen, um den Versuch auf die früher geschilderte Weise vorzunehmen.

Da ein ähnlicher Kasten, der nur nicht so starke Glaswände zu haben braucht, bei manchen anderen später zu erwähnenden Versuchen dient, so kann es wünschenswerth sein, daß man ihn im Ganzen unter ein Mikroskop zu bringen vermag. Der von mir gebrauchte Apparat hat daher 12½ Centimeter Länge, 7½ Centimeter Breite und 3½ Cent. Höhe. Er kann, wie man sieht, einen ganzen Frosch aufnehmen und nichts desto weniger noch unter einem größeren Schieck'schen Mikroskop mit mäßig starken Vergrößerungen durchsucht werden.

2232 **Chemische Einflüsse.** Berührt die Atmosphäre rothe Muskeln, die im Leben von der Luft abgeschlossen waren, so erzittern sie häufig von selbst (§. 2141.). Man bemerkt daher oft Wechselkrämpfe der einzelnen Muskelbündel in Thieren, die unmittelbar nach dem Tode enthäutet worden sind. Die durchschnittenen Halsmuskeln eines Enthaupteten zucken nicht selten noch eine halbe Stunde nach dem Tode. Viele chirurgische Operationen geben Gelegenheit, ähnliche Erfahrungen an Lebenden zu machen (§. 2141.).

2233 Ruht auch das Herz unmittelbar, nachdem man es bloßgelegt hat, so finden sich doch oft in der Folge seine Bewegungen von selbst ein. Aeltere Forscher bemerkten schon, daß die in die Herzhöhlen eingetriebene Atmosphäre den Schlag von Neuem anzuregen oder zu beleben im Stande

) den Muskel zugleich gebracht, so erhält man häufig eine hef-
ung, so wie der verderbliche Körper die Masse zu verändern

ränkt sich die Wirkung auf eine einzelne Stelle des Nerven, so 2239
Grad des Eingriffes in zweierlei Weise wirken. Arbeitet man
verdünnten Lösungen, so gelingt es bisweilen, daß sie nur die
s vorübergehenden Reizes übernehmen. Das Froschpräparat
lugenblicke der Berührung. Der Nerve hat aber deshalb nicht
: seine Kräfte verloren. Er antwortet auch noch später auf
e Reize. Die wiederholte Anwendung der früheren Lösung
: noch sogleich eine neue Zuckung in glücklichen Fällen hervor-
reift dagegen die chemische Verbindung tiefer durch, so verhält
rletzte Stelle, wie wenn hier die Primitivfasern des Nerven der
ch durchschnitten worden wären. Die Punkte, die oberhalb der-
ien, können nicht mehr die Thätigkeit der Muskeln anregen.
das Präparat von einem getödteten Thiere, so geht die Reiz-
s verletzten Theiles für immer verloren. Die Ernährungsver-
n dagegen, die das Leben begleiten, sind noch im Stande, Ein-
elche die Moleculärbeschaffenheit des Nerven geändert haben,
nach zu beseitigen.

kann mit Recht behaupten, daß immer die Lebenseigenschaften 2240
tivfasern an den Stellen, an denen die mikroskopische Unter-
ie Merkmahle der Gerinnung des Nervenin haltes nachweist, zu
egangen sind. Man darf aber nicht umgekehrt annehmen, daß
eses nicht Statt findet, fortdauern. Manche vollkommen abge-
Primitivfasern zeigen häufig kein Merkmahl von Zersetzung, das
den gegenwärtigen Hilfsmitteln der Forschung nachzuweisen im
wären.

lt ein feindlicher Körper von außen ein, so werden natürlich die 2241
ichen Primitivfasern früher, als die tieferen ergriffen. Es kann
rkommen, daß der Nerve, wenn er im Ganzen mäßig gedrückt wird,
twort bedingt, daß aber einzelne seiner zerfaserten Aeste Zu-
erregen.

rden betäubende Gifte dem Blute eines Thieres einverleibt, so 2242
ich bald der Zustand der Reizempfänglichkeit. Hat man einen
nit Opium oder Strychnin vergiftet, so bedarf es oft nur des
n mechanischen Anspruches, wie der Erschütterung des Tisches,
das Ganze liegt, damit die heftigsten Starrkrämpfe zu Stande
Andere betäubende Gifte, wie Blausäure oder Wourali, ver-
e Reizbarkeit so schnell, daß sie schon kurze Zeit nach dem Tode
rloren geht.

man die Lösungen solcher Körper auf den von seinen Nachbar- 2243
etrennten Hüftnerven wirken, so hängt der Erfolg von den
und nicht von den narkotisirenden Eigenschaften der gebrauch-

ten Mischung ab. Kürschner[1]) schob ein Kartenblatt unter den bl
legten Hüftnerven eines Kaninchens und tropfte auf ihn Blausäure
eine Stunde vorher bereitet und indeß in Schnee aufbewahrt w
war. Die Empfänglichkeit der auf diese Weise angesprochenen
blieb dessenungeachtet unversehrt. Lösungen von Strychninverbind
können zu dem gleichen Ergebnisse führen. Enthauptet man einen F
trennt alle Theile des Oberschenkels bis auf den Hüftnerven, bestreu
sen mit einem Strychninsalze und befeuchtet das Pulver mit Wasse
taucht man ein Nervenstück eine Zeit lang in eine laue Strychninl
so werden noch Reize, die oberhalb der Versuchsstelle eingreifen,
wortet.

2244 Wiederholt man die Versuche mit kalter wässriger Opiumtinct
erhält man andere Ergebnisse. Die Wirkung stimmt mit der
schwachen Aetzstoffes überein. Die Stellen, an denen die Mischun
reichend eingedrungen ist, werden ertödtet. Die unter ihnen lie
Punkte dagegen bewahren ihre Reizbarkeit. Lähmungserscheinunge
eigenthümlichen betäubenden Kräften zuzuschreiben wären, geben sic
hier nicht zu erkennen.

2245 Gießt man eine Strychninlösung auf einen Muskel, so schwinde
halb nicht die Reizbarkeit in dem Augenblicke der Berührung. Man
ein klopfendes Froschherz in wässrige Opiumtinctur tauchen, ohn
seine Schläge sogleich aufhören. Sie werden höchstens geschwäch
halten sich aber auch häufig unverändert. Man muß übrigens in
diesen Versuchen im Auge behalten, daß schon das kalte Wasser alle
Empfänglichkeit herabstimmt. Man kann Katzen dadurch tödten, daß
ihnen kaltes Wasser in die Drosselvene in centripetaler Richtung ein
Die Bewegungen des Herzens werden dann binnen Kurzem aufge

2246 Henry und Joh. Müller haben zuerst bemerkt, daß die
fläche des Herzens gegen Opiumtinctur empfindlicher, als die
seite ist. Schneidet man ein klopfendes Froschherz auf und betup
es mit wässriger Opiumtinctur, so steht die Kammerbewegung a
Stelle wie im Starrkrampf[2]) still. Selbst stärkere galvanische
sind nicht im Stande, Zuckungen hervorzurufen. Bringt man das
im Ganzen in wässrige Opiumlösung, so ruht es, so wie die Flü
in seine Höhlen eingedrungen ist.

2247 Tauchte ich klopfende Froschherzen in möglichst starke Blausäu
einige Stunden vorher bereitet und indeß in Schnee vor dem Lic
schützt aufbewahrt worden war, so klopften sie noch, wenn sie wie
den Tisch gelegt wurden. Sie zogen sich aber schwächer und gl
mühsamer zusammen. Standen sie still, so riefen mechanische Reize
Schläge hervor. Oeffnete ich die Kammer anderer Herzen und be
Innenfläche mit derselben Blausäure, so wirkte diese nachtheiliger.

---

[1]) Kürschner, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I.
schweig, 1842. 8. S. 37.
[2]) Vergl. Ed. Weber, a. a. O. S. 38.

blieb ruhig oder zuckte höchstens noch einige Mal sehr schwach. Gab
ber auch der größere Einfluß der Innenseite deutlich zu erkennen,
tworteten doch die meisten Präparate noch auf mechanische Ansprüche,
ohl nur in geringem Grade. Hatte ich bloß die geöffnete Herz-
mit der Blausäure in Berührung gebracht, so schadete dies weniger,
venn die ganze aufgeschnittene Kammer mit den Vorkammern einge-
t worden war. Diese Erscheinung hängt vermuthlich mit gewissen
üssen der Querfurche des Herzens, die wir in der Lehre von der
enthätigkeit kennen lernen werden, zusammen.

Die betäubenden Gifte wirken daher örtlich auf das Herz. Die In- 2248
eite genießt in dieser Hinsicht eines wesentlichen Vortheils vor der
enfläche.

Nervöse Reize. — Wir haben gesehen, daß wir jede beliebige 2249
elle des Hüftnerven gebrauchen können, um Zuckungen der entfernt ge-
eneren Muskeln des Unterschenkels und des Fußes anzuregen. Es
ß sich daher die Wirkung längs der Primitivfasern bis zu deren peri-
erischen Enden fortpflanzen.

Wir können uns zweierlei Vorstellungen über die Art, wie dieses ge- 2250
hieht, bilden. Man nimmt an, daß ein Nervenäther in der Faser cen-
rifugal strömt, oder daß sich Schwingungen bis zu den Endschlingen
rtpflanzen. Wir haben daher hier dieselben beiden Annahmen, die auch
n der Ausfluß- und der Wellenlehre des Lichtes wiederkehren. Die Op-
k kam erst zu einem sicheren Urtheil, nachdem Young, und Fres-
el die Erscheinungen der Interferenz und der Polarisation auf be-
immte mathematische Gesetze zurückgeführt hatten. Der Sieg entschied
ch hierdurch für die Wellenlehre. Die Physiologie befindet sich dagegen
ch auf demselben Standpunkte, den die Lehre vom Lichte im vorigen
ahrhundert einnahm. Beide Vorstellungen sind möglich. Wir werden
er bald eine Thatsache kennen lernen, die auch hier die Annahme von
Wellenbewegungen wahrscheinlicher macht.

Jedes Endgeflecht des bewegenden Nerven umstrickt mehrere neben 2251
inander liegende Muskelfasern. Eine Faser wird aber zu wiederholten
alen ihrer Länge nach mit Nerven versehen. Die Wirkung, die sich
ngs der Nervenfasern fortpflanzt, muß einen gewissen Raumbezirk be-
rrschen. Alles deutet darauf hin, daß ihr Einfluß, gleich der der
chwere (§. 1928.) oder der anderen allgemeineren Wirkungen, in einem
stimmten Verhältnisse der Entfernung abnimmt, und daß sich eben des-
lb die Menge der Nerven zur vollständigen Versorgung eines Muskels
rvielfältigt.

Muß sich eine Muskelmasse zu oft bewegen, so erschöpft sich ihre 2252
leizbarkeit für den Augenblick. Wir können hieraus schließen, daß jede
inzelne Zuckung eine entsprechende Größe moleculärer Veränderungen
n Anspruch nimmt. Vergrößert sich der Verlust in dem Grade, daß ein

gleichförmiger Erfolg für den Augenblick unmöglich ist, so bleibt auch d
Verkürzung aus[1]).

2253 Haben zu häufige oder zu starke Wirkungen den Muskel eines leb
den Thieres erschöpft, so sammelt sich erst wieder die Kraft in den Ru
zeiten. Es liegt nahe, den Grund der Erholung in den Ernährungse
scheinungen zu suchen. Der Einfluß des Blutkreislaufes und seiner w
sentlichsten Nebenglieder, der Verdauung und der Athmung, würden sic
nach die verlorenen Bedingungen von Neuem herstellen.

Wir haben aber früher (§. 2201.) gesehen, daß sich auch ein la
geschnittener Froschschenkel erholen kann. Seine Reizbarkeit sinkt zu
stetig. Die Ruhe ist aber immer noch im Stande, die Empfänglichk
verhältnißmäßig zu erhöhen. Nehmen auch anhaltende Zuckungen
Kräfte in reichlicherem Maaße in Anspruch, so verliert sich doch die Fäl
keit der Verkürzung um Vieles später, wenn äußere Einflüsse, wie la
Wasser, die Verhältnisse begünstigen (Siehe oben S. 62.).

Die Thätigkeiten der lebenden Körper unterstützen daher nur
wohlthätigen Einflüsse der Ruhe dem Grade nach; sie bilden aber
unerläßliche Grundbedingung des Ganzen. Erholen sich die Mu
und die Nerven, die kein frisches Blut mehr empfangen und die
mehr mit dem Gehirn und dem Rückenmarke verbunden sind, so
höchstens das stockende Blut und die Ernährungsflüssigkeit den Bedingun
die sie hierzu nöthig haben, Genüge leisten.

2254 Man kann annehmen, daß die Wärme des lauen Wassers die
lecularbeschaffenheit des Nerveninhaltes, der zu den Schwingungen
thig ist, zu erhalten vermag. Die Flüssigkeit selbst ist überdieß im Sta
die Schädlichkeiten der Atmosphäre abzuhalten und die Nebenhilfe
Ernährungsstoffe zugänglicher zu machen.

2255 Die Wirkungen wechseln, wie wir sehen, mit Verschiedenheit
Reize. Zucken die Muskeln nicht, wenn man den Nerven mit einer sc
fen Scheere rasch durchschneidet, so ziehen sie sich, so wie er geb
wird, zusammen (§. 2144.). Beantworten sie keine mechanischen
chemischen Ansprüche, so gehorchen sie noch dem Einflusse des Galv
mus. Es ergiebt sich hieraus, daß die Fortpflanzung der Schwingu
des Nerveninhaltes von gewissen feineren Molecularverhältnissen, wi
des Lichtes, der Elektricität und anderer allgemeiner Naturkräfte
hängen.

2256 Die Voltaische Alternative (§. 2204.) kann uns noch einen Sc
weiter führen. Ein Froschpräparat, das die häufige Einleitung
positiven centrifugalen Stromes gelähmt hat, beantwortet auf der E
eine positive centripetale Strömung. Hört diese später zu wirken
so erregt sie entgegengesetzte neue Zuckungen. Es muß daher die
stimmte Stromesrichtung die Theilchen so polarisiren, daß sie für
Einflüsse der umgekehrten Wirkung empfänglicher werden. Wir we

---

[1]) Vergl. J. Henle, Handbuch der rationellen Pathologie. Bd. I. Zweite unverä
Auflage. Braunschweig, 1846. 8. S. 110.

ie Bedeutung dieſes Schluſſes in der Betrachtung der Nerventhätig-
urückkommen.

Die Erfahrung lehrt, daß anhaltende Uebung einen Muskel ſtärkt. 2257
ird daher nicht bloß die Erſchöpfung, welche die Zuſammenziehung
gt, ausgeglichen, ſondern auch noch ein Ueberſchuß von Kraft durch
nhäufung kleiner Begünſtigungen hergeſtellt. Wir wiſſen, daß dann
uskelfaſern röther werden und können auf mittelbarem Wege finden,
ſich ihre Zahl vergrößert (Bd. I. §. 1701.). Der Vortheil hängt da-
nicht nothwendiger Weiſe von einer Erhöhung der Intenſität der
enwirkung allein ab. Er kann auch von einer üppigeren Ernährung
Theile, die von ihr beherrſcht werden, ausgehen.

Halten wir uns an die äußeren Erſcheinungen, ſo rufen dreierlei 2258
chen Bewegungen hervor. Ein fremder äußerer Reiz trifft den Ner-
unmittelbar. Die Zuckung erzeugt ſich daher auf dieſelbe Art, wie
n ſie künſtlich an dem losgeſchnittenen Froſchſchenkel zu Stande ge-
ht wird. Die Einwirkung des Blutes, der Nervenkörper oder anderer
erer Urſachen kann aber auch den von außen her eindringenden Ein-
ß erſetzen. Die Nerven arbeiten in beiden Fällen, ohne daß wir es
llen und nicht ſelten ohne daß wir es merken. Wir können aber noch
re Thätigkeit in gewiſſen beſchränkten Grenzen nach dem Befehle unſeres
illens anregen.

Die Betrachtung der Nerventhätigkeit wird uns zu der Ueberzeugung 2259
ren, daß ein großer Theil dieſes Unterſchiedes wegfällt, ſo wie unſere
enntniß der nervöſen Wirkungen weiter dringt. Die Natur der
webe, die der Zuſammenziehung dienen, und die der Nervenmittel-
ſte, die ſie beherrſchen, bilden die weſentlichſten Glieder, von denen
s abhängt. Die rothen, quergeſtreiften Muskelfaſern, die uns hier
ſtigen, ſtehen noch am Meiſten unter den Willensbefehlen. Das
bildet in dieſer Hinſicht die einzige mit Sicherheit anzunehmende
ahme.

ie zweifelhaften Verhältniſſe der Speiſeröhre werden uns ſpäter beſchäftigen.

Beziehung der Reizbarkeit zu den Nerven. — Zwei ver- 2260
ne Vorſtellungen kämpfen hier mit einander ſeit mehr als einem
undert. Man kann annehmen, daß ſich das Gewebe der querge-
n Faſern ohne weitere Nebenhilfe zu verkürzen vermag. Die Schwin-
des Nerveninhaltes regen nur dieſe Kraft eben ſo gut, wie mecha-
chemiſche oder galvaniſche Reize an. Sie bilden die gewöhnliche
nheitsurſache, ſind aber nicht die weſentliche Bedingung der Er-
ng. Dieſe Auffaſſungsweiſe geht aus der ſchärfſten Durchführung
ller'ſchen Reizbarkeitslehre hervor.

enkt man ſich dagegen, daß ſich die Muskeln, nur wenn die Schwin-
des Nerveninhaltes wirken, verkürzen, ſo unterwirft man eine der
hätigkeiten unſeres Körpers dem unbeſchränkten Einfluſſe der Ner-
ilde. Dieſer Standpunkt gehört vorzugsweiſe derjenigen Richtung
e das Nervenſyſtem, den vorzüglichſten Träger aller thieriſchen Le-
ßerungen, ſo einflußreich als möglich zu machen ſucht.

2261 Alle Thatsachen, die man für die eine oder die andere Ansicht geführt hat, gestatten keine ganz sichere Entscheidung. Man kann stens mit Wahrscheinlichkeitsgründen die eine oder die andere Ansicht terstützen.

2262 Hat man den Hüftnerven eines Säugethieres oder eines Fro durchschnitten und sorgt dann dafür, daß er sich nicht wieder erzeug behält zwar das gelähmte Glied seine Reizbarkeit im Anfange bei. vermindert sich aber nach einiger Zeit und geht früher oder später gä verloren.

Reizt man das untere Stück des durchschnittenen Hüftnerven Frosches einige Tage nach der Verletzung, so ziehen sich die Waden keln lebhaft zusammen. Sie können sogar noch mit derselben Kraft, die des gesunden Beines wirken. Wiederholt man den Versuch in zweiten bis dritten Woche, so pflegt man höchstens schwache Zuck zu erhalten. Ist noch mehr Zeit seit der Verwundung verflossen, so den selbst stärkere galvanische Ströme nicht mehr beantwortet.

2263 Säugethiere führen zu denselben Ergebnissen. Hatten Joh. Müll und Sticker 11 Wochen vorher ein Stück des Hüftnerven des Hu ausgeschnitten, so zuckten die Wadenmuskeln nicht, wenn der untere des Nerven mechanisch oder galvanisch mittelst eines einfachen Plat paares gereizt wurde. Sprachen sie aber die Muskelmasse selbst an erhielten sie leise Zusammenziehungen. Aehnliche Untersuchungen, die jenen Forschern, Nasse, Steinrück, Günther und mir an Ka chen angestellt wurden, bestättigten es, daß die Reizbarkeit nach mehre Monaten verloren geht.

Hatte ich den Hüftnerven eines Kaninchens durchschnitten, so reg sich die Wadenmuskeln 10 Wochen später nicht mehr, man mochte untere Stück des getrennten Nerven oder die Muskelmasse selbst ans chen. Diese zuckte aber noch einige Zeit vorher, wenn sie von dem gal nischen Strome unmittelbar getroffen wurde. Lagen aber dann die Poldr nur an dem Nerven oder an ihm und dem Muskel an, so wurde die R des Ganzen nicht gestört[2]). Günther und Schön[3]), so wie Stan nius[4]) machten im Wesentlichen die gleichen Erfahrungen an Frösch Verfolgte endlich Longet[5]) die Erscheinungen Tag für Tag in Hunde so fand er, daß die Wirkung schon nach dem vierten Tage und selbst frü her[6]) ausblieb, wenn man den Nerven allein ansprach. Es war hierbei gleichgültig, ob man sich an die Antlitznerven und die Gesichtsmuskeln den Zungenfleischnerven und die Zunge oder den Hüftnerven und die Wa denmuskeln wandte. Reizte man dagegen die Gesichtsmuskeln selbst m

---

[1]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. Bd. II. Coblenz, 1837. 8. S. 49. 50.
[2]) De functionibus nervorum. Bernae, 1839. 4. p. 125.
[3]) Günther und Schön, in Müller's Archiv. 1841. S. 277.
[4]) Stannius, in Frorieb's neuen Notizen. Weimar, 1841. 4. Nr. 418. S. 337 bis 340. Vergl. überdieß Harless, in Müller's Archiv. 1847. S. 228.
[5]) F. A. Longet, Anatomie et Physiologie de système nerveux de l'homme et des animaux vertébres. Tome I. Paris, 1842. 8. p. 59 — 63.
[6]) Longet, in der Gazette médicale de Paris. 1841. Nro. 22. pag. 347.

anisch oder galvanisch, so erzitterten sie noch ein Viertelsjahr nach der
ervendurchschneidung. Setzte man den Hüftnerven, so wie er durch-
hnitten worden, einem starken galvanischen Strome aus, so fielen später
ie Zuckungen schwächer aus. Die Reizempfänglichkeit des Nerven erhielt
ch aber eben so lange, als wenn ihn im Anfange kein starker Strom zur
hätigkeit gezwungen hätte.

Bestimmte Gewebeveränderungen begleiten den Verlust der Reizbar- 2264
it. Viele Primitivfasern des unteren Nervenstückes bewahren ihre regel-
rechte Form. Andere dagegen können auf die schon Bd. I. S. 716. ge-
childerte Weise zu Grunde gehen. Die Muskelfasern unterliegen eben-
alls häufig dem Ernährungswechsel, den wir Bd. I. S. 723. kennen
rnten.

Das Skelett kann vielleicht sogar nach Reid[1]) an diesen Umbildun- 2265
en Theil nehmen. Hatte er 7 Wochen vorher ein Stück des Hüftnerven
i einem Kaninchen ausgeschnitten, so wogen die Muskeln des gesunden
liedes 20,3 und die des kranken 10,5 Grm. Das Schienbein und das
adenbein hatten in jenem 5,5 und in diesem 5,0 Grm. Dieser kleine
nterschied kann jedoch auch von einer Verschiedenheit des Blutreichthums
nd der Feuchtigkeit des gewogenen Theiles abgehangen haben.

Wir haben früher (§. 2189.) gesehen, daß die Reizbarkeit des Nerven 2266
ines Froschpräparates centrifugal schwindet. Die feinsten Aeste, die sich
n der Muskelmasse verbreiten, bewahren ihre Empfänglichkeit am Läng-
en. Die oben mitgetheilten Erfahrungen deuten an, daß das gleiche
eset für durchschnittene und nicht wieder erzeugte Nerven des lebenden
örpers wiederkehrt.

Die Thatsache, daß die Muskelmasse selbst länger, als der bewegende 2267
ervenstamm reizbar bleibt, wurde von vielen Forschern für einen unum-
ßlichen Beweis der Haller'schen Lehre angesehen. Erinneren wir uns
er, daß die Kräfte des bewegenden Nerven im Leben, wie nach dem
ode in centrifugaler Richtung schwinden, so fragt es sich, ob nicht die
ervenenden, die in dem Inneren der Muskeln eingebettet sind, ihre Wir-
ngen später verlieren. Antwortet noch die angesprochene Muskelmasse,
können sich sowohl die Fasern unmittelbar als unter dem Einflusse der
ch thätigen Endgeflechte der Nerven verkürzen[2]).

Manche Erscheinungen, die man an dem Herzen in den §. 2216. 2268
schriebenen Versuchen beobachtet, können sogar verleiten, sich gegen die
aller'sche Lehre auszusprechen. Hat man ein Froschherz, das nicht mehr
n selbst schlägt, so fängt es oft wieder zu klopfen an, so wie man die
iden Dräthe des Fig. 55. §. 2206. abgebildeten Elektromotors an die
uerfurche anlegt. Schneidet man nun die Kammerspitze los und bringt
se allein auf einer Glasplatte in den Kreis der elektrischen Wirkung,
erhält man dann häufig keine Zuckungen mehr. Ein oberhalb derselben

[1]) J. Reid, On the relation between muscular contractility and the nervous System. Edinburgh, 1841. 8. p. 9.
[2]) Vgl. schen Collezione dell' Opere del Cavaliere Conte Al. Volta. Tomo II. Parte I. Firenze, 1816. 8. p. 151.

abgeschnittener Muskelring verhält sich eben so ruhig. Die Vor und die noch übrigen Theile der Kammer klopfen aber von selbst werden wieder zu neuen Schlägen durch den Einfluß des Magn motors bestimmt.

Die Betrachtung der Nerventhätigkeit wird uns zu der Uebe führen, daß gewiß ordnende Mittelpunkte der Herzthätigkeit in gend der Querfurche liegen und daß hier mikroskopische Nervenk gebracht sind. Die eben angeführten Versuche können daher leich Schlusse führen, daß die Kammerverkürzung diese Nervengebilde wesentlichsten Erreger nöthig hat.

Wiederholt man aber die Versuche häufiger, so überzeugt daß die losgeschnittene Herzspitze nicht immer ruht. Es kommt n vor, daß sie sich im Kreise des Magnetelektromotors auf das K mehrere Male zusammenzieht. Sie steht freilich früher, als das Ganzen still. Dieses beweist aber nur, daß der Einfluß der G Querfurche die Wirkung begünstigt, entscheidet dagegen Nichts i hier beschäftigenden Frage.

Das Herz des Kaninchens lieferte mir die gleichen Ergebnisse. Die lo Herzspitze verkürzte sich verhältnißmäßig noch kraftvoller, als im Frosche, ich Dräthe des Magnetelektromotors an die Außenseite oder an die Innenflä Der an den Vorhöfen haftende Kammerring antwortete immer schwächer, a höfe und die Herzohren.

2269 Reid[1]) durchschnitt die Nerven der Hinterfüße in vier Fr mittelbar nach dem Austritte des Lendengeflechtes aus dem Wi und leitete täglich einen galvanischen Strom durch das eine, durch das andere gelähmte Bein. Die Reizbarkeit hatte sich 8 Wochen später erhalten. Während aber die Muskeln, die künstlich geübt wurden, ihre gewöhnliche Fülle und Festigkeit waren die, die man sich selbst überließ, welk und abgezehrt.

Stände diese Thatsache fest, so ließe sich annehmen, daß Nebeneinfluß, nämlich der Thätigkeitsmangel, den Verlust der in den gewöhnlichen Versuchen herbeiführte. Die Angaben de Forscher widersprechen aber einander in dieser Hinsicht. C. E behauptet, daß zwar die Muskeln der nicht galvanisirten The werden, daß aber endlich die Reizbarbeit schwindet, man mag d fuß täglich ein oder mehrere Male der Wirkung des elektrischen aussetzen oder nicht. Sie soll nach ihm früher, als in der ruh nen Extremität und ehe noch wesentliche Ernährungsveränder Muskeln eingetreten sind, aufhören. Starke Galvanisation fü am Leichtesten herbei. Matteucci[3]) dagegen gelangte zu an sultaten. Durchschnitt er die beiden Hüftnerven eines Froschee

---

[1]) Reid, a. a. O. p. 9. 10.

[2]) C. Emmert, Beiträge zur Pathologie und Therapie, mit besonderer B gung der Chirurgie. Heft II. Bern, 1846. 8. S. 36. 54.

[3]) C. Matteucci, Leçons sur les phénoménes physiques des corps vi 1846. 12. p. 254.

: ich Stückchen der Bauchmuskeln der Frösche auf den Tisch des 2271
es und ließ die Dräthe einer galvaniſchen Säule an den be-
Flüſſigkeitstropfen anlegen und wiederum entfernen, ſo zuckten
n. Trennte man dagegen andere ſo weit, daß ſich keine Ner-
in ihnen wahrnehmen ließen, ſo konnte keine Verkürzung wahr-
n werden.

ı ſieht leicht, daß alle Thatſachen, die für den vermittelnden Ein- 2272
Nerven angeführt werden können, auf dem Ausbleiben der Ver-
rſcheinungen fußen. Negative Erfahrungen der Art haben immer
ıcheren Boden. Eine einzige Zuckung, die unter ſonſt ungünſtigen
ſſen beobachtet wird, ſtößt alle Sätze, die man aus den früheren
Beobachtungen hergeleitet hat, um [1]). Wäre dieſes nicht der Fall,
mit völliger Gewißheit behaupten, daß Bruchſtücke der Muskel-
denen wir keine Nervengebilde bei der ſorgfältigſten mikroſkopiſchen
entdecken, keine wahrhaft enthalten, ſo würden die zuletzt er-
Erfahrungen ein mächtiges Zeugniß gegen die Haller'ſche Reiz-
hre ablegen.

Anhänger derſelben können aber nicht bloß auf dieſen Uebelſtand 2273
m machen, ſondern ſich auch auf die Aehnlichkeit mit den übrigen,
irzung fähigen Gebilden berufen. Wir werden ſpäter finden, daß
hen Muskelfaſern getödteter Thiere Reize, die ſie ſelbſt treffen,
neinen leichter, als den Anſpruch ihrer Nerven beantworten. Die
nen Theile, welche Verkürzungsgebilde der Art beſitzen, verhalten
eſer Hinſicht auf eine ſehr ungleiche Weiſe. Man kann mit Be-
t nachweiſen, daß ſich der Darm, die Blaſe, die Gebärmutter

2274 Man sieht leicht, daß diese Gründe die Frage nicht entscheiden. sich Nervenfasern in dem Innern aller Gebilde, welche sich verkürzen nen, verbreiten, so wären die Gegner der Haller'schen Reizbarkeitslehre Stande, hier eigenthümliche Leitungs- und Mittheilungsgesetze der Ver breitungen der Nervenmasse anzunehmen. Die ganze Sache ist noch nicht der einen oder der anderen Seite mit vollkommener Sicherheit erledigt. wissen nur so viel, daß die freien rothen Muskeln weit mehr von Nervenstämmen, die außerhalb ihrer eigenen Masse verlaufen, abhän als die einfachen, blassen.

2275 Einfluß des Blutlaufes auf die Reizbarkeit. — Viele tere Forscher, wie Stenson, Kaauw Boerhave, Bichat u. machten schon die Bemerkung, daß ein Thier, dessen Bauchaorta unter den worden ist, die Hinterbeine, wie wenn sie gelähmt wären, sich zieht. Hatte Segalas die Hohlvene zugeschnürt, so stellten sich gleichen Erscheinungen ein. Unterband ich die rechte Hüftschlagader fünfwöchentlichen Kaninchens dicht an ihrem Aortenursprunge, so schl zwar das Thier das rechte Bein häufig nach. Es bewegte jedoch bisweilen dasselbe eben so gut, als das linke. Menschen, denen eine gr Schlagader eines Gliedes unterbunden worden, leiden bisweilen an mungsartigen Erscheinungen einzelner Muskeln, bis sich der Seitenkrei (Bd. I. §. 1720.) wiederhergestellt hat.

2276 Durchschnitt ich den Hüftnerven lebender Frösche, so schwand Reizbarkeit nicht auffallend früher, die Schenkelschlagader mochte gleich unterbunden worden sein oder nicht [1]). Entfernte Engelhardt [2]) Kreuzbein, drang er so von hinten zur Bauchaorta dieser Thiere vor umschnürte sie mit einem Faden, so gab sich unmittelbar darauf keine wegungsstörung in den Hinterbeinen zu erkennen. Der Frosch war sieben Stunden später außer Stande, zu hüpfen; er vermochte sich nur chend fortzubewegen. Die Schenkel wurden noch hierbei an den Leib zogen. War nur die eine Hüftschlagader unterbunden worden, so bedi sich das Thier nicht mehr des entsprechenden Fußes zum Hüpfen. W es 80 Stunden später getödtet, so hoben die Muskeln des kranken Glie nur ungefähr ¾ der Last, welche die des gesunden bewältigten.

2277 Aehnliche Versuche, die ich an Fröschen anstellte, verriethen zu ebenfalls einen gewissen Einfluß des kreisenden Blutes. Sie lehrten a zugleich, daß die Erscheinungen innerhalb bedeutender Grenzen wech können. Hatte ich die Bauchdecken geöffnet und die Aorta unterbun so bemerkte ich in den ersten drei bis vier Stunden keine Aenderung Bewegung der Hinterbeine. Das Thier sprang aber schon nicht mehr Stunden nach der Verwundung; es kroch und schleppte dann meist Füße nach, zog sie jedoch auch bisweilen von selbst an. Reizte ich Haut mechanisch, so regte sich der Frosch. Ober- und Unterschenkel be

---

[1]) De functionibus nervorum. pag. 125.

[2]) Ed. Engelhardt, De vita musculorum observationes et experimenta. Bon 1841. 8. p. 7. 8.

t ſich doch auf anderem Wege zeigen, daß der anhaltende Mangel
lutes die Muskelkraft nach und nach ſchwächt. Hatte Engel-
die rechte Hüftſchlagader eines Froſches unterbunden und reizte
ie Hinterbeine mittelſt eines galvaniſchen Stromes, ſo zuckten
e beide Füße gleich ſtark. Der rechte Schenkel blieb aber ſchon
ten ſpäter zurück und zitterte nur noch ſehr ſchwach, nachdem
eine halbe Stunde lang eingewirkt hatte.
rennte den rechten Hüftnerven in der Mitte des Oberſchenkels 2279
and links die Schenkelſchlagader in derſelben Gegend, hob aber
den unverſehrten Hüftnerven in die Höhe und umſchnürte alle
Haut gelegenen Theile ſo feſt als möglich, um jede Blutzufuhr
In abzuſchneiden. Das Thier wurde bis zu ſeinem Lebensende,
lften Tage eintrat, in Quellwaſſer aufbewahrt. Beide Unter-
d Füße unterſchieden ſich ſchon auf den erſten Blick mehrere
dem Tode des Froſches in ihren Durchmeſſern. Der Umfang
gegend des nervös gelähmten Unterſchenkels glich 6½ und der
chenden Stelle des linken Beines 8½ Mm. Es hatte ſich hier
e Menge von Flüſſigkeit zwiſchen der Haut und den umſchnürten
ıngeſammelt. Allein auch dieſe waren umfangreicher, als die
es anderen Schenkels. Jene zeichneten ſich durch ihre ſtark rothe
us und enthielten viele ausgedehnte Gefäße, die mit ſtockendem
illt waren; dieſe dagegen ſchienen blaſſer als geſunde Muskeln
Die Reizbarkeit beider Hinterbeine erhielt ſich länger, als fünf
ıach dem Tode. Der nervös gelähmte Schenkel antwortete aber
ſtärker, als der, deſſen Blutlauf aufgehoben worden war. Die

wellig gebogenen Zellgewebefasern glichen. Manche Muskelfasern lie
Anschauungen, wie ich sonst bis jetzt noch nicht erhalten habe. Die bi
weise zusammenliegenden Längsfäden hatten sich nämlich, wie es Fig.
§. 2078. für die gesunden mit Querstreifen versehenen Fasern andeutet,
regelmäßige Weise knieförmig eingelegt. Die einzelnen Muskelfasern l
sich auch leichter wie sonst und selbst rascher, als die der nervös gelähm
Muskeln sondern. Die größere Wasserdurchtränkung des Ganzen
wahrscheinlich mit dieser Eigenthümlichkeit zusammen.

2280 Fassen wir die allgemeinen Erscheinungen zusammen, so leid
Reizbarkeit in merklicher Weise, wenn der Mangel der Blutzufuhr
Gewebstörungen veranlaßt hat. Wir haben aber häufig im Anfange s
chere Wirkungen als später. Scheint auch dann das Glied unter gü
lichen Verhältnissen gelähmt zu sein, so kann doch noch ein starker M
reiz die Muskelmassen kräftiger beherrschen.

Manche Krankheitsverhältnisse führen ebenfalls zu dem Schlusse, daß die M
kraft sinkt, so wie die Verhältnisse der Blutmischung Störungen des Zusammenh
nach sich ziehen. Blausüchtige, in deren Schlagadern helles und dunkeles Blut ver
ist, Skorbutische, Menschen mit Blutflecken oder Faulfiebern, Wassersüchtige, Per
die häufige Wechselfieber erschöpft haben, leiden zugleich an Muskelschwäche.

2281 Dauer der Reizbarkeit nach dem Tode. — Viele Unt
chungen, die man über diesen Gegenstand angestellt hat, mußten zu sch
kenden Ergebnissen führen, weil man es hier mit zwei Bedingungsglied
von denen oft nur das eine ins Auge gefaßt wurde, zu thun hat.
Zustände, in denen sich die Muskeln vor dem Lebensende befanden, bi
den Ausgangspunkt, die Nebenverhältnisse dagegen, die auf sie wi
die verändernden Glieder des Ganzen. Verhalten sich aber beide,
dieses so oft der Fall ist, in den verschiedenen Versuchen ungleich,
werden die Erscheinungen unter denselben einseitigen Voraussetzu
wechseln.

2282 Die Zeit, während der sich die Empfänglichkeit nach dem Tode erh
scheint in den Thieren, die mit Lungen athmen, mit der Stärke des Sa
stoffverbrauchs zu sinken und mit dessen Schwäche zu steigen. Die Thi
die am Lebhaftesten athmen, verlieren auch ihre Reizbarkeit wenige Aug
blicke nach dem Tode. Amphibien dagegen, die nur geringe Mengen
Sauerstoff aufnehmen und unbedeutende Quantitäten von Kohlensäure
scheiden, bewahren ihre Empfänglichkeit sehr lange. Erhält sie sich
Fröschen Stunden lang, so kann sie sogar in Schildkröten eine und se
mehrere Wochen zurückbleiben. Die Säugethiere stehen in dieser Hin
den Vögeln näher, als den Reptilien. Die einzelnen Thiere führen
auch hier zu beträchtlichen Unterschieden. Man macht häufig die Be
kung, das die rothen Muskeln des Pferdes Stunden lang reizbar blei
während sie häufig ihre Kräfte in Katzen, Hunden oder Kaninchen
früher verlieren.

Ein Theil dieses Unterschiedes kann davon abhängen, daß die grö
Masse des Pferdes langsamer, als die kleinere anderer warmblütiger
schöpfe erkaltet. Man bemerkt aber bald, daß hier noch andere Verh

urchzugreifen im Stande sind. Zwei Kaninchen, die scheinbar den n Nebenbedingungen ausgesetzt werden, verlieren nicht selten ihre rkeit in sehr verschiedenen Zeiträumen.

Bedenken wir, wie innig die Wirkungen der Nerven und der Muskeln 2283
n Molecularverhältnissen ihrer Gewebe zusammenhängen, so müssen chließen, daß die Größe des Sauerstoffverbrauchs mit der Zartheit inneren Baues in Zusammenhang steht. Greift ein erhöhter Ver- ungsproceß in den lebenden Vogel ein, so ändert sich auch wahr- ich seine Gewebmasse um so leichter mit dem Stillstande der ung.

Junge Säugethiere bewahren im Allgemeinen ihre Reizbarkeit mit 2284
rer Hartnäckigkeit, als ältere. Erinnern wir uns, daß sie zwar ab- genommen weniger, relativ dagegen mehr Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure ausscheiden (Bd. I. §. 1373.), so kehrt in ihnen nur das erwähnte Gesetz wieder.

Es läßt sich für jetzt nicht entscheiden, inwiefern die durch Kiemen athmenden Was- sere jener Norm gehorchen oder nicht. Die Verhältnisse ihrer Athmung und ihrer barkeit müssen in dieser Hinsicht genauer, als es bisher geschehen ist, vergleichend sucht werden.

Die meisten rothen Muskeln ziehen sich nur hin und wieder zusammen; 2285
ruhen, wenn außerordentliche Anregungen mangeln. Der Kreislauf die Athmung, die ununterbrochen fortdauern, nehmen dagegen eine e von quergestreiften Muskelfasern unaufhörlich in Anspruch. Das schlägt von frühester Embryonalzeit bis zum Lebensende; die ruhigste ung benutzt das Wechselspiel des Zwerchfelles zu ihrem Vortheile.

Diese beiden Gebilde zeichnen sich auch häufig dadurch aus, daß sie e Reizbarkeit mit vieler Zähigkeit bewahren. Das Herz des Frosches Stunden und Tage lang fortklopfen. Das Zwerchfell der Säugethiere tert oft noch von selbst, wenn schon die übrigen rothen Muskeln, die nklammern nicht ausgenommen, ruhen.

Der Abschluß der Luft und eine mäßige Wärme der Umgebung bilden 2286
ei Nebenverhältnisse, welche diese Erscheinungen in hohem Grade be- nstigen. Man kann nicht selten wahrnehmen, daß sich die Reizbarkeit nes Säugethier- oder Froschherzens, das man nicht unmittelbar nach m Tode, sondern viele Stunden später entblößte, auffallend lange er- alten hat. Die Fälle, in denen das Herz der Frösche Tage lang fort- schlägt, kommen im Sommer am Häufigsten vor. Der Abschluß der Luft kann aber hier, wie es scheint, dem schädlichen Einflusse der Kälte entge- genarbeiten. Ließ ich z. B. einen Frosch, dem ich Hirn und Rückenmark zerstört hatte, in einem Zimmer, dessen Wärme des Nachts dem Gefrier- punkte nahe kam, wo nicht unter ihn sank, liegen, und legte erst das Herz 28 Stunden später bloß, so verhielt es sich zwar in dem ersten Au- genblick ruhig, schlug aber bald darauf kräftig 15mal in der Minute, ohne daß ein anderer Reiz, als der der Atmosphäre eingewirkt hatte. Durch- schnitt ich einzelne Körpermuskeln mit dem Doppelmesser, so zuckten sie oft noch lebhaft.

2287 [illegible] Bewegungen [illegible] Augen [illegible] Augenmuskeln [illegible] Augenlider [illegible] Augenlidmuskeln [illegible] Augenlidmuskeln [illegible] Augenlidmuskeln

er von ſelbſt zu klopfen anfangen. Die Reizbarkeit vermag ſich
rade in der Ruhe zu ſammeln, daß gewiſſe gewöhnliche Urſachen,
och nicht näher kennen, den Thätigkeitswechſel veranlaſſen.
ten [1]) bemühte ſich eine Skale, nach der die Empfänglichkeit der 2292
enthaupteter Menſchen und friſch getödteter Säugethiere ſchwin-
ıſtellen. Schreitet man in aufſteigender Reihe der Dauer der
ichkeit fort, ſo hat man hiernach die linke und die rechte Kammer,
eröhre, die Muskeln des Rumpfes und der Glieder, den linken
echten Vorhof. Die Herzkammern verlieren ihre Kräfte ungefähr
die Speiſeröhre 1½ Stunden und der rechte Vorhof 16½ Stun-
dem Tode.

Verſuche, die Hallé und Nyſten [2]) über die Einflüſſe gewalt- 2293
ittelſt chemiſcher Wirkungen herbeigeführter Todesarten anſtellten,
kaum der Natur der Sache nach auf ſichere allgemeine Sätze
en. Waren die Thiere in dem luftverdünnten Raume, in Waſſer-
or, ſchwefeliger Säure oder Kohlenwaſſerſtoff, unter Queckſilber
ılſt des Stranges erſtickt worden, ſo wichen ſpäter ihre Reiz-
rhältniſſe von der Regel nicht ab. Die Empfänglichkeit ſchien
ch in anderen Verſuchen im Anfange geſchwächt zu ſein, wenn man
ıng auf mechaniſchem Wege oder durch das Athmen in nicht erneuer-
der in Stickgas eingeleitet hatte. Schonte man die Blutgefäße
)effnen der Leiche, ſo daß keine Atmoſphäre in das Herz drang, ſo
ſes bisweilen nach Nyſten ſeine Reizbarkeit früher als die freien
uskeln. Kohlenſäure ſetzte die Reizbarkeit nach Hallé für den
, Kohlendunſt, Ammoniak und vorzüglich Schwefelwaſſerſtoff dage-
nd herab. Das Herz war ſchon eine Stunde nach der Einwirkung
genannten Gasarten unempfänglich geworden. Die Kräfte der
nd der Gliedmaaßenmuskeln erhielten ſich aber noch nach Nyſten
eit.

ßt man atmoſphäriſche Luft, Waſſerſtoff, Kohlenſäure oder Schwe- 2294
off in die Höhlen des Herzens ein, ſo bemerkt man nach Nyſten
mmenziehung im Augenblicke der Wirkung. Nur der Sauerſtoff
ch ihm die Reizempfänglichkeit für die Folgezeit. Der Stickſtoff
auffallenden Veränderungen nach ſich. Waſſerſtoff und Kohlen-
nen die Reizbarkeit und Schwefelwaſſerſtoff wirkt noch ſchädlicher
beiden Gaſe. Vgl. oben §. 2236.

kann häufig beobachten, daß die Muskeln ſchlecht genährter oder 2295
tiger Säugethiere ihre Kräfte verhältnißmäßig kurze Zeit nach
verlieren. Nyſten [3]) machte die gleiche Erfahrung am Menſchen.
rte er einzelne bloßgelegte Muskelmaſſen von Perſonen, die un-
vorher geſtorben waren, ſo fand er, daß alle Krankheiten, die
ıtender Abzehrung und vorzüglich mit waſſerſüchtigen Ergüſſen

---

Nyſten, Recherches de Physiologie et de Chimie pathologiques. Paris,
8. p. 321.
aſelbſt. p. 339 — 42. 365. 66.
en, a. a. O. p. 368 — 83.

verbunden sind, die Dauer der Empfänglichkeit auffallend verkürz
erhielt sich jedoch immer eine Stunde nach dem Tode und versch
Allgemeinen viel früher in den geraden und schiefen Bauchmuskeln
dem großen Brustmuskel. Dieser selbst starb aber eher, als die
Muskeln des Rumpfes und der Gliedmaaßen ab. Die Gesicht
boten die größten Schwankungen dar. Die kranken Glieder halb
lähmter Menschen ziehen sich oft eben so stark, als die gesund
zusammen.

Die schädlichen Einflüsse der wassersüchtigen Ergüsse beschr
nur auf die Stellen, in denen die Ausschwitzung selbst abgel
Durchtränkt sie das Unterhautzellgewebe allein, so können die tief
den Muskeln ihre Empfänglichkeit sehr lange nach dem Tode
Sind nur die Füße wassersüchtig, so geht in ihnen die Reizbark
als in den Armen verloren.

Nysten prüfte ungefähr 40 Menschen. Es versteht sich von selbst,
Krankheit zu den abweichendsten Ergebnissen in verschiedenen Leichen führen
örtlichen Störungen sind noch am Ehesten geeignet, bestimmte Gesetze anzude
chen wir uns in dieser Hinsicht die einzelnen Beobachtungen von Nysten i
zusammenzustellen, so erhalten wir:

Krankheit.	Zeitdauer d. Reizbarkeit nach dem Tode.	Nebenzustände un Bemerkungen.
Bauch- und Hautwassersucht	$1\frac{1}{2}$ bis 4	Wasserdurchtränkung vieler
Chronische Bauchfellentzündung	$2\frac{3}{4}$	Bedeutende Abmager
Chronische Leberentzündung	$2\frac{3}{4}$	Wassersucht und vollkomm schöpfung.
desgleichen	mehr als 6	Entzündliche Nebenersche
Lungenschwindsucht	3 bis 6	Gänzliche Erschöpfu
desgleichen	15	Brustfellentzündun
Einige Brustwassersucht mit krampfhaftem Asthma	10	Der sehr kräftige Mann wartet gestorben.
Herzaneurysma	3 bis $5\frac{1}{2}$	Mäßige Abmagerung nebst tiger Durchtränkung de Die nicht veränderten G keln einer Leiche blieben lang reizbar.
desgleichen	10	Bedeutende Abzehrung oh süchtige Gewebedurchträ
desgleichen	27	Oedem der Füße ohne Du der Muskeln.
Schlagfluß	6 bis $6\frac{1}{2}$	
Darmblutung	9	Der sehr kräftige Mann w gestorben.
Abnahmliche und akutische Kleber	10 bis 15	Keine bedeutende Ausze
Peripneumonie	13 bis 15	

Diese wenigen Fehler können schon deutlich erhärten, wie sehr die kleinst
Verhältnisse bei einzelnen Erscheinungen bestimmen müssen.

Todtenſtarre. — Iſt auch im Anfange die Leiche eines unmittelbar 2296
her geſtorbenen Menſchen oder Thieres weich und biegſam, ſo wird ſie
einige Zeit ſpäter ſteif. Die Glieder laſſen ſich nicht ohne Gewalt
andere Stellungen bringen. Jeder Verſuch, ſie zu verrücken, ſtößt häufig
ſo großen Widerſtand, daß die Weichgebilde und vorzüglich die rothen
skeln eher zerreißen, als daß ſie auf dem Wege der Dehnbarkeit nach-
en. Hat die Todtenſtarre eine Zeit lang gedauert, ſo wird Alles wieder
aff und nachgiebig. Sie kehrt nicht, ſo viel man weiß, zum zweiten
le wieder. Die Muskeln gehen dann ihrer Fäulnißzerſetzung geraden
ges entgegen.

Die Veränderung, welche die Todtenſtarre erzeugt, ergreift nicht 2297
lich die ganze Maſſe eines Muskels. Sie ſcheint vielmehr allmäh-
aufzutreten und die verſchiedenen Gruppen von Muskelfaſern in
gleichen Zeitabſchnitten ihrer früheren Eigenſchaften zu berauben.
rchſchneidet man z. B. die Oberſchenkelmuskeln einer kurz vorher ge-
teten Katze, deren Kniegelenk ſchon einen bedeutenden Widerſtand der
ckung entgegenſetzt, ſo bildet ſich im Anfange eine beträchtliche Lücke
der Trennungsſtelle. Die Muskelfaſern ziehen ſich ſichtlich zurück und
den ihre Zickzackbiegungen (§. 2076.). Wiederholt man den gleichen
Verſuch 12 Stunden ſpäter, ſo vermißt man oft dieſe Erſcheinungen.
Der frühere Elaſticitätsgrad der Faſern hat ſich indeß weſentlich ver-
ändert.

Wir werden ſpäter ſehen, daß auch andere Gewebe, als die der 2298
then Muskeln in jene Steifheit verfallen. Die Haupterſcheinungen
ber, die wir unmittelbar an dem unverſehrten Leichname wahrnehmen,
ingen von den quergeſtreiften, freien Muskelgebilden des Kopfes, des
alſes, des Rumpfes und der Glieder ab. Manche Theile pflegen dabei
gewiſſen eigenthümlichen Stellungen feſtgehalten zu werden. War auch
Unterkiefer während des Todeskampfes oder nach dem letzten Athem-
herabgeſunken, ſo iſt er doch ſpäter wieder gegen den Oberkiefer hin-
gezogen[1]). Der Vorderarm biegt ſich in mäßigem Grade nach dem Ober-
hin und nicht ſelten der Unter- gegen den Oberſchenkel. Die einge-
agenen Finger bedecken den gegen den Wurzeltheil des kleinen Fingers
übergeführten Daumen. Erreicht die Todtenſtarre ihre größte Höhe, ſo
len ſich alle Muskeln hart an. Jene Lagenveränderungen können daher
dadurch bedingt ſein, daß die Steifheit in einzelnen Muskelgruppen
Uebergewicht hat, oder daß die eine Abtheilung, was wahrſcheinlicher
der größeren Maſſe und der günſtigeren mechaniſchen Verhältniſſe we-
den Sieg davonträgt.

Die ungewöhnliche Stellung der Glieder hängt vor Allem von den 2299
arrten Muskeln und nicht weſentlich von den übrigen Weichgebilden
Entfernte Nyſten[2]) einen Theil der Arm- oder Schenkelhaut einer

---

[1]) Vergl. F. A. Gierlichs, De rigore mortis. Bonnae, 1843. 8. p. 15. u. J. H. A. Pawlowski, De rigore hominis cadaveroso. Berolini, 1845. 8. p. 17.
[2]) Nyſten, a. a. O. p. 398. 99.

Leiche, deren Todtenstarre eine bedeutende Höhe erreicht hatte, so änd
sich die Lage der gelenkig verbundenen Gebilde nicht. Durchschnit
auch die Seitenbänder des Ellenbogen- oder Kniegelenkes, öffnete die
lenkkapsel und spritzte Wasser ein, so blieben die Theile in ihrer frü
eigenthümlichen Stellung. Die Quertheilung der erstarrten Muskeln
gegen hob sie augenblicklich auf. Man kann auch in Thieren oft w
nehmen, daß erst dieser Eingriff den Hauptwiderstand, auf den sons
Streckung stößt, vernichtet.

)0 Die Todtenstarre beginnt an dem Halse und dem Unterk
Sommer[1]) fand nur eine einzige Ausnahme hiervon in 200 Leichen.
geht von da in der Regel nach abwärts weiter und ergreift oft
Nysten die Muskeln des Rumpfes und der oberen Extremitäten frü
als die der unteren Gliedmaaßen. Diese können jedoch auch vor s
steif werden. Die Starre hört zuletzt ungefähr in der gleichen O
nung, in der sie eintrat, auf.

)1 Die Zeit, in der sie erscheint, wechselt in hohem Grade. Som
bemerkte sie in einzelnen Leichen 10 Minuten, in anderen dagegen 7 S
den und Nysten selbst erst 18 Stunden nach dem Tode. Ihre D
steht im Allgemeinen in umgekehrtem Verhältnisse zu ihrer Eintritts
Der Muskel pflegt um so länger steif zu bleiben, je später er erst
Bruecke[2]) fand jedoch auch, daß die Todtenstarre von Thieren, die
Strychnin vergiftet worden waren, früh begann und spät aufhörte.

)2 Die Leichen von Neugeborenen werden den allgemeinen Ang
nach eher steif, bleiben aber dafür kürzere Zeit in diesem Zustande,
die von Erwachsenen. Mende behauptet, daß Kinder, die noch nicht
athmet haben, die Erscheinungen im geringeren Grade, und siebenme
liche Früchte sie gar nicht darbieten.

)3 Kraftvolle Muskeln werden sehr steif und hart und verharren l
in diesem Zustande. Die Dauer sowohl, als die Stärke fällt dagege
schlaffen Muskelmassen geringer aus. Die Todtenstarre sehr kräf
Männer begann in Nysten's[3]) Beobachtungen 16 bis 18 Stunden
dem letzten Athemzuge und erreichte eine solche Höhe, daß der Druck
kräftigen Mannes ihre Wirkungen nicht überwand. Sie erhielt sich
dieser Höhe 48 Stunden, nahm dann allmählig ab und schwand erst g
lich 6 bis 7 Tage nach dem Tode. Sie erreichte aber nicht die gl
Stärke in Personen, die an Verblutungen gestorben waren. Eine kü
Dauer begleitete diese ihre unvollkommene Ausbildung.

)4 Haben sich auch die Muskeln in den letzten Lebensstunden kräftig
sammengezogen, so bleibt dessenungeachtet die Todtenstarre nicht

---

[1]) A. G. Sommer, Dissertatio de signis mortem hominis absolutam indican
P. II. Hauniae, 1833. 8. J. Müller's Handbuch der Physiologie. Bd. II.
blenz, 1837. 8. S. 43.

[2]) Bruecke, in Müller's Archiv. 1842. S. 187. 188.

[3]) C. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. III. Zweite
Leipzig, 1838. 8. S. 684.

[4]) Nysten, a. a. O. p. 387.

-ysten und Laennec fanden, daß sie sich in einem Manne, der an
tanzstarrkrampf zu Grunde ging, in hohem Grade bemerklich machte
d mehrere Tage hindurch anhielt. Der Krampf der Kiefermuskeln
te sich in einem anderen, von Sommer beobachteten Falle in die
chensteife unmittelbar fort. Es fehlte hier jene Mittelzeit der Muskel-
chlaffung, die man sonst wahrnimmt (§. 2306.).

Gesunde Menschen, die plötzlich gestorben sind, verfallen immer in 2305
e sehr ausgesprochene Todtenstarre. Die Steifheit erreicht daher einen
en Grad in den meisten Enthaupteten und Erhenkten. Thiere, die
n durch Verblutungen oder durch die Wirkung nicht athembarer und
t unmittelbar ätzender Gase getödtet hat, bieten das Gleiche dar.
n Hund, den ein starker elektrischer Schlag ums Leben gebracht hatte,
arrte nach Sommer, wie gewöhnlich (Bd. I. §. 362.).

Hat man Jagdthiere zu Tode gehetzt, so verfallen sie zwar bald in 2306
dtenstarre. Diese erhält sich aber den Angaben nach nicht lange und
nicht auch keine bedeutende Höhe. Krankheiten, die mit völliger Abge-
ihheit schließen, Entmischungsleiden und Wassersuchten führen zu ähn-
hen Erscheinungen. Die Muskeln werden meist schon wenige Stunden
ch dem Tode steif und erschlaffen nach einer kürzeren Zwischenzeit für
mer.

Die wassersüchtigen Ergüsse wirken hier eben so örtlich, wie in den Reizbarkeitser-
scheinungen (§. 2305.). Beschränken sie sich auf das Unterhautzellgewebe, so können die
Muskeln 36 bis 38 Stunden lang hart und steif bleiben. Sind aber auch die Muskel-
massen durchtränkt, so sinkt ihre Todtenstarre dem Grade, wie der Zeit nach.

Die Einflüsse der äußeren Nebenverhältnisse sind bis jetzt noch nicht 2307
llständig erforscht worden. Man bemerkt schon häufig die Todtenstarre,
e sich noch die Wärme der Leiche mit der der Umgebung vollständig
sgeglichen hat. Sie tritt ebenfalls ein, wenn man den Körper in
ltes oder in warmes Wasser versenkt.

Sommer glaubte bemerkt zu haben, daß die Muskeln in Wasser 2308
n 0° bis 15° steifer werden, als in gleich warmer Luft. Hatte Bruch[1])
i Kaninchen mit Blausäure getödtet und Wasser von 22° in das rechte
d solches von 5° in das linke Hinterbein gespritzt, so wurden die mei-
n Muskeln von diesem früher steif als die des wärmeren Beines. Führte
eine verdünnte Kalilösung in die Aorta eines zweiten Thieres in der
chtung nach hinten ein, so erstarrten die Hinterbeine eher, als die
rdertheile des Körpers. Stoffe, die, wie Kali, Strychnin oder Blau-
ure die Reizbarkeit schnell vernichten, befördern auch die Todtenstarre[2]).

Der Lufteintritt in die Venen, der Tod unter Wasser und die Ver- 2309
stung, die betäubende Verbindungen nach sich ziehen, heben die Todten-
rre nach Nysten und Sommer nicht auf. Nysten glaubt bemerkt zu
ben, daß sie sich nach der Erstickung in Chlor, in salpetriger Säure
er Ammoniak früher einfindet und kürzere Zeit dauert (§. 2311.). Ist

[1]) C. Guil. C. Bruch. Nonnulla de rigore mortis. Moguntiae, 1845. 4. p. 16. 17.
[2]) F. A. Gierlichs, De rigore mortis. Bonnae, 1843. 8. p. 28.

ein Geschöpf in Kohlendampf umgekommen, so hat es nach Sommer das Ansehen, als wenn die Steifheit später eintrete, weil eine Art von Scheintod dem wahren Tode vorangeht.

2310 Entfernt man das Gehirn und das Rückenmark, so bleibt dessenungeachtet die Todtenstarre nicht aus. Man findet sie auch in den Leichen von Menschen, die an nervösen Fiebern oder an Hirn- und Rückenmarksleiden zu Grunde gegangen sind. Gelähmte Muskeln, die noch keine bedeutenden inneren Gewebeveränderungen erlitten haben, können im hohen Grade steif werden.

2311 Ist ein Muskel in diesen Zustand verfallen, so hat sich auch seine absolute Festigkeit nach Busch[1]) vergrößert. Riß er unmittelbar nach dem Tode unter 60 Grm. Belastung, so hatte der gleichnamige Muskel der anderen Seite 24 Stunden später das Zwölffache nöthig, um in seinem Zusammenhange gestört zu werden.

2312 Der steife Muskel antwortet nicht mehr im Ganzen auf mechanische, chemische oder galvanische Reize. Untersucht man die Fasern unter dem Mikroskope, so findet man ihre Querstreifen scharf ausgesprochen. Man stößt auf einzelne Furchen oder Einschnitte, die jedoch auch in anderen Präparaten gänzlich fehlen. Stellte ich die Beobachtungen am Froſche an, so stieß ich auch noch auf die §. 2099. Fig. 32. abgebildeten Umstülpungsränder der Muskelfasern. Die Fäden von manchen waren zickzackförmig gebogen. Alles deutet aber darauf hin, daß die wesentlichsten Veränderungen, welche die Todtenstarre erzeugt, die Molecularverhältnisse der Masse betreffen und dem sinnlichen Auge entgehen.

2313 Läßt sich auch nicht der innere Grund der Todtenstarre mit Bestimmtheit angeben, so reichen doch wenigstens die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen hin, manche der aufgestellten Erklärungen zurückzuweisen. Viele ältere Forscher suchten die Ursache der Erscheinung in der Gerinnung des Blutes. Einzelne neuere Beobachter leiteten sie wenigstens theilweise aus dieser Veränderung her. Muß aber diese jene Ansicht unbeantwortet lassen, weshalb andere eben so blutgefäßreiche Gewebe nicht in gleichem Grade, wie die rothen Muskeln, steif werden, so spricht auch die unmittelbare Beobachtung gegen jene Auffassungsweise. Wir begegnen häufig genug der Todtenstarre, wenn das Blut noch nicht geronnen oder wenigstens seinem größten Theile nach flüssig oder halbflüssig geblieben ist.

2314 Nysten wollte die Steifheit als den letzten Ueberrest der Reizbarkeit betrachten. Versteht man hierunter die Verkürzungserscheinungen, wie sie im Leben auftreten, so widerstreitet diese Vorstellung dem Thatbestande. Der erstarrte Muskel erwiedert äußere Reize nicht mehr (§. 2322.). Wir haben überdieß häufig eine Zwischenzeit, in der die Empfänglichkeit erloschen, die Todtenstarre dagegen noch nicht eingetreten ist.

2315 Bruecke[2]) suchte die Ursache der Erscheinung in der Gerinnung

---

[1]) Busch, bei Burdach a. a. O. S. 683.
[2]) Bruecke, in Müller's Archiv. 1843. S. 178 — 188.

serstoffes, der in der Ernährungsflüssigkeit und den Geweben selbst
n ist. Wir wissen, daß der Blutkuchen in der Folge weicher und
biger wird. Bruecke stellte sich nun vor, daß der Faserstoff der
ungsflüssigkeit und der Muskelfasern einige Zeit nach dem Tode
und die entsprechenden Theile steif macht. Verflüssigt er sich
ieder, so hört auch hiermit die Steifheit auf.
e chemischen Kenntnisse sind bis jetzt noch nicht so weit vorgeschritten,
überhaupt über die Natur der Körper, die man als Faserstoff der
bezeichnet, zu urtheilen im Stande wären (Bd. I. §. 1757.).
n die übrigen Fasergewebe in geringerem Grade, als die Muskel-
so kann dieses möglicher Weise von der Eigenthümlichkeit der
im Grunde liegenden Verbindungen abhängen. Jene Vorstellung
her indeß so lange hingestellt bleiben, als uns nicht die chemische
iensetzung der verschiedenen Gewebtheile näher bekannt ist. Es
für jetzt nur behaupten, daß die Ernährungsflüssigkeit allein die
tarre nicht erzeugt.
ergiebt sich von selbst, daß gewisse noch nicht genauer zu bestim- 2316
Irsachen die Atome der Muskelmasse selbst eine Zeit lang nach
de inniger verbinden müssen. Die Größe und die Dauer der An-
ig hängt von dem Baue und der inneren physikalischen Zusammen-
der Fasern ab. Diese bleibende Erscheinung löst das Wechsel-
r Wirkungen der Reizempfänglichkeit ab. Sie folgt ihm früher
äter nach und hemmt seine Thätigkeit oder kann erst nach dem
n derselben ihre größte Höhe erreichen. Die wiederum unauf-
fortgehenden Verhältnisse der Fäulniß zerstören sie selbst zuletzt
ier.

b. Einfache oder glatte Muskelfasern.

ellen der rothen und der blassen Muskeln. — Die fort- 2317
den Wurmbewegungen, die an den dünnen Gedärmen frisch
er Säugethiere vorkommen (Bd. I. §. 535.), unterscheiden sich von
kürzungserscheinungen der meisten rothen Muskeln in so hohem
daß man nicht selten die Peristaltik als eine Eigenthümlichkeit der
n Muskelfasern anzusehen geneigt war. Verfolgt man aber die
nisse allgemeiner, so findet man, daß die Form der Theile, die
tten Muskelfasern versehen sind, das Gesammtbild des die Zu-
ziehung begleitenden Formenwechsels wesentlich bestimmt und daß
ahre Wurmbewegungen an Organen, die quergestreifte Fasern
auftreten können.
ige und schmale Cylinderröhren, wie der Dünndarm, der Harn- 2318
er Samengang, der Eileiter, ziehen sich am Deutlichsten wurm-
zusammen. Die sogenannten Kreisfasern können den Innenraum
rn und die Längenfasern das Ganze verkürzen. Arbeiten die
Gebilde in stärkerem Maaße oder sind sie verhältnißmäßig kräf-

tiger entwickelt, so bemerkt man leicht Stoßbewegungen. Der Mastdarm läßt diese am Deutlichsten erkennen (Bd. I. §. 553.).

1319 Hat der Behälter keine einfache Cylinderform und sind seine Faserbündel an den verschiedenen Stellen ungleich vertheilt, so treten noch andere verwickeltere Bewegungsarten neben oder statt der wurmförmigen auf. Der Grimmdarm und vorzüglich der Magen und die Harnblase liefern hierfür die besten Belege. Untersuchen wir frisch getödtete Thiere, so finden wir oft, daß sich das Ganze gleichförmig verengt, nur einseitig verkürzt oder an bestimmten Stellen einschnürt, ohne daß sich die Veränderung auf Nachbarstellen überträgt.

1320 Der Mensch besitzt keinen freien, aus einfachen Fasern bestehenden Muskel, der groß genug wäre, um Reizbarkeitsversuchen unterworfen zu werden. Das Pferd hat ein solches Gebilde in seinem Zurückzieher des männlichen Gliedes, der aus dem Becken hervorkommt und an der Unterfläche des Penis verläuft. Seine Faserbündel streichen vorzugsweise der Länge nach. Ihre Anordnung erinnert in dieser Beziehung wenigstens theilweise an die der freien rothen Muskeln. Gerber konnte an ihm bis jetzt keine wurmförmigen Bewegungen wahrnehmen.

1321 Die Speiseröhre lehrt umgekehrt, daß diese Art der Verkürzung auch in quergestreiften Fasern, die um ein Cylinderrohr herumlaufen, vorzukommen vermag. Will man sich aber hierüber durch Versuche belehren, so darf man vor Allem den mikroskopischen Bau nicht außer Acht lassen.

Die quergestreiften Fasern setzen sich in der Speiseröhre des Rindes, des Schaafes, des Hundes, der Katze und des Kaninchens bis an und selbst bis über den Magenmund fort. Einfache Muskelfasern lassen sich dicht unter der Schleimhaut[1]) und tiefer unten selbst in dickeren Massen, z. B. in der Katze[2]), nachweisen. Sie finden sich dagegen ausschließlich in der eigenthümlichen Muskelhaut der Speiseröhre des Huhnes, der Taube und anderer Vögel.

Der Mensch steht in dieser Hinsicht in der Mitte. Die untere Hälfte seiner Speiseröhre pflegt einfache, der größte Theil der oberen dagegen quergestreifte Fasern zu führen. Vergleicht man mehrere Leichen, so findet man, daß die Grenze, an der die gestreiften Fasern aufhören, zu wechseln vermag.

Das Pferd bietet eine noch größere Unbeständigkeit dar. Die rothen Muskelmassen reichen hier in manchen Thieren bis tief in die Brusthöhle hinab. Sie hören dafür in anderen hoch oben auf. Die Wände der Speiseröhre verdicken sich meist an den Stellen, an denen die einfachen Fasern ausschließlich vorzukommen anfangen. Untersucht man ältere Leichen des Menschen oder des Pferdes, so bemerkt man hoch oben Fasern, die sich schon ihrer Breite wegen als quergestreifte zu erkennen geben, denen aber die Querstreifen selbst mangeln. Diese finden sich dagegen noch in den Schlundhebern und in anderen rothen Muskeln.

---

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1842. 8. Seite 773.

[2]) Ed. Weber, Ebendaselbst. Bd. III. S. 30.

legt man den Halstheil der Speiseröhre eines lebenden Hundes oder 2322
ichens bloß und läßt einen Bissen herunterschlucken, so sieht man,
der mit quergestreiften Fasern versehene Oesophagus rasche, von oben
unten gehende Wellenbewegungen macht. Die Zusammenziehung
war im Augenblicke dahin. Sie pflanzt sich aber dessenungeachtet in
merkbaren Zeiträumen fort. Man kann auch deutlich verfolgen,
sie in geordneter ununterbrochener Reihenfolge vorwärts geht. Ist
der Bissen verschwunden, so wiederholt sich nicht selten die Wellen-
gung von Neuem. Sie tritt auch bisweilen ohne äußere, wahrnehm-
Veranlassung, oder wenn nur Luft geschluckt wird, hervor.

Mikroskopische Beobachtungen haben bis jetzt nicht entschieden, wie 2323
sich eine sogenannte Querfaser der Speiseröhre jener Thiere erstreckt.
weiß nur, daß sie mehr als einmal um den Querdurchmesser des
res herumgeht. Es bleibt dagegen noch dahingestellt, ob sie längs der
en Speiseröhre schraubenförmig herabläuft oder nicht. Wäre jenes der
, so müßte sie eine beträchtliche Länge der geringen Höhe der Win-
en wegen besitzen. Kommen auffallendere Längenfaserzüge an der
röhre eines Säugethieres vor, so verlaufen sie meist, wie es scheint,
eren Strecken gerader dahin.

Die Wurmbewegung kann daher hier, wie im Darme, nur dadurch 2324
Stande kommen, daß sich nicht alle Theile einer einzigen Faser oder
entsprechend auf einanderfolgenden Faserzüge gleichzeitig verkürzen.
Veränderung muß in merklichen Zeiträumen von Stelle zu Stelle fort-
reiten.

Wir haben früher (§. 2251.) gesehen, daß kleinere Längenabstände 2325
r und derselben Muskelfaser an mehreren Stellen ihres Verlaufes von
nnetzen umsponnen werden. Eine Reihe von Nervengebilden be-
ht daher eine Muskelfaser. Versorgt ein einziger Nerve den ganzen
el, so muß ein Reiz, der alle seine Elemente trifft, die gesammten
elfasern ihrem ganzen Verlaufe nach in Thätigkeit setzen. Es bedarf
besonderen Mittelpunktes, um alle Theile zu verbinden. Der Hüft-
erfüllt diese Bedingung für die Wadenmuskeln.

mpfängt dagegen ein Muskel z. B. der Bauchdecken mehrere Rücken-
nerven, die in ihn an verschiedenen Stellen eindringen, so ist es
r, daß die mannigfachen Längenabstände einer Muskelfaser von un-
n Nervenquellen abhängen. Soll sich dessenungeachtet die ganze Faser
er ganze Muskel verkürzen, so können möglicher Weise dreierlei Ver-
se die Vermittelung übernehmen. Wir sprechen den Mittelpunkt der
denen Nerven, mithin in dem gewählten Beispiele das Rückenmark
Es werden dann alle Nerven gleichzeitig angeregt. Oder die Zu-
nziehung pflanzt sich in der Muskelfaser selbst von einem verkürzten
auf die übrigen fort. Die Nervenschlingen endlich, die in der
lmasse selbst liegen, können ihre Erregungen gegenseitig mittheilen.

alten wir uns an die freien rothen Muskeln, so spricht der gegen- 2326
e Stand unserer Kenntnisse eher gegen als für die beiden zuletzt er-
en Ansichten. Die örtlichen Zuckungen, welche der mechanische Reiz

der einzelnen Nervenstämme erregt, verbreitet sich nicht allgem
es der Fall, so brauchte nicht eine Muskelfaser, die von ei
strome versorgt wird, von einer Reihe von Endgeflechten ihre
umsponnen zu werden, es sei denn, daß die verschiedenen P
zu nervösen Centraltheilen verschiedener Bedeutung verliefen
besonderer Mittelpunkte der Nervenwirkung hat daher hier
für sich.

2327 Da uns diese Möglichkeiten in der Folge mehrfach besc
den, so wollen wir der Kürze wegen die Anregung, die aus
den und mittheilenden Thätigkeit eines nervösen Centralorgan
die allgemeine, diejenige aber, welche nur in dem peripheris
selbst, sei es in dessen Muskelfasern oder in dessen Nerven, f
liche nennen.

2328 Kehren wir zur Speiseröhre zurück, so werden ihre Wur
nach den von Wild und Ludwig[1]) an Hunden und Kanin
ten Beobachtungen unterbrochen, wenn man es hindert, daß
len von Stelle zu Stelle fortpflanzen. Legt man den Oeso
Hundes, den man durch Opium betäubt hat, bloß und durchsc
der Quere nach, während die Nerven möglichst geschont blei
die Peristaltik an der Unterbrechungsstelle auf. Umschnürt ma
röhre mit einem Faden, oder drückt man sie unterhalb des
genug zusammen, so wiederholt sich nach jenen Forschern die
scheinung. Wir werden jedoch in der Folge sehen, daß sich
nur bewährt, wenn die gehemmte Stelle eine gewisse Breite
Der Theil der Speiseröhre, der unter ihr liegt, behält seine
keit bei.

2329 Es ist nicht nöthig, daß man die Muskelmasse selbst ang
man die Bewegungsnerven derselben, so gelangt man ebenfall
Wird je einer der stärkeren Stämme, die aus der Vereinigun
und des unteren Kehlkopfastes entspringen, im Hunde durchsc
daß man die Muskelfasern selbst verletzt, so wird nur eine
beschränkte Stelle der Speiseröhre gelähmt. Die künstlich ein
oben herabkommende Wellenbewegung hört an ihr auf. Füh
eine Kugel in den hinter ihr liegenden Theil ein, so wird
führt, ohne daß zugleich das oberhalb der Lähmungsstelle ge
in Thätigkeit geräth[2]).

2330 Hat man die Speiseröhre umschnürt und so den Fortschr
lich eingeleiteten Wellen gehemmt, so wird hierdurch nicht
ein bleibendes Hinderniß geschaffen. Leitet man die Schlu
ein und lüftet indeß die Einschnürung, so trägt sich wieder
staltik auf die unteren Theile des Oesophagus über[3]). Eine

---

[1]) Wild, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medici
delberg, 1846. S. 92. 93.
[2]) Wild, Ebendaselbst. Seite 118. 119.
[3]) Wild, Ebendaselbst. Seite 113.

ürung, die man durch den Strom einer Rotationsmaschine angeregt
, hemmt sie ebenfalls nicht.

Hat man die Speiseröhre eines lebenden Kalbes, Hundes oder Ka- 2331
ens bloßgelegt, so bemerkt man, daß kräftige Schluckbewegungen ohne
dere äußere Veranlassung von Zeit zu Zeit eintreten. Sie finden
auch in Hunden, die man durch Einspritzungen von Opiumlösungen
Blut betäubt hat, und kommen selbst noch zu Stande, wenn unmit-
re Schleimhautreize nicht mehr wirken [1]). Sie können daher nicht
führbewegungen im gewöhnlichen Sinne des Wortes sein, sie haben
das volle Bewußtsein zu ihrer Vollführung nöthig.

Die Speiseröhre frisch getödteter Thiere bietet in der Regel andere 2332
einungen dar. Sie verfällt bisweilen von selbst in ein leises Wellen-
, wie es auch die übrigen entblößten rothen Muskeln häufig darbieten.
zelne Faserbündel zittern, ohne daß eine regelmäßige Reihenfolge zu
nde kommt. Die Zuckungen beschränken sich auch meist auf bestimmte
irke und wiederholen sich häufig an derselben Stelle eine lange Zeit
durch. Vollständige herablaufende Wellen oder kräftige Schluckbewegungen
len dann gänzlich. Läßt man den Magnetelektromotor auf die Speise-
re selbst oder auf deren Nerven wirken, so verkürzt sie sich rasch im
anzen oder schnürt sich nur örtlich ein. Es gelingt in seltenen Fällen,
vollkommenere Wellen in eben getödteten und sonst unversehrten Hunden
durch Reizung des Vagus-Sympathicusstammes anzuregen.

Wir werden in der Nervenlehre finden, daß Thiere, denen man das 2333
große Gehirn genommen hatte, Speisen, die ihnen in den Rachen geschо-
en werden, weiter befördern. Aeußere passende Reize können daher hier
och Schluckbewegungen bedingen. Legt man die Speiseröhre solcher ver-
ümmelter Geschöpfe bloß, so bemerkt man noch nach Volkmann [2]), daß
n Zeit zu Zeit Wellen ohne äußere Veranlassung dahinlaufen. Dieses
ärtet von Neuem, daß die Ursache, welche sie anregt, nicht von dem
ßen Gehirn, dem Sitze des klaren Bewußtseins, ausgehen kann.

Wir werden §. 2339. sehen, daß das Ausschälen der Speiseröhre, wel- 2334
s ein entsprechendes Stück der Muskulatur derselben unmittelbar nicht be-
rt, das Fortschreiten der Wellen hemmt. Hieraus folgt von selbst, daß sich
Verkürzung, die in dem oberen Theile der Muskelmasse angeregt worden
nicht durch die Muskelfasern allein von Stelle zu Stelle überträgt.
Nervendurchschneidung veranlaßte dieselben Hindernisse. Es können
er nicht die Endgeflechte der Nervenfasern, die sich in der entsprechen-
Muskelmasse verbreiten, die fernere Mittheilung möglich machen. Es
en daher zwei der §. 2335. angeführten Möglichkeiten von selbst hin-
. Man kann nur den Grund der Wellenbewegung in einem nervösen,
enden und ordnenden Centralwerkzeuge finden.

Wir werden in der Nervenlehre wenigstens die Grenzen, innerhalb 2335
en dieser Mittelpunkt der Wirkung liegen muß, näher zu bestimmen su-

---

[1]) Wild, a. a. O. Seite 100.
[2]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1841. S. 350.

[illegible] geben wir hier vorläufig dessen Anschauungsweise [illegible] so muß es die Anregung von Stelle zu Stelle [illegible] wellenförmig übertragen, damit die Wellen in nächster Serie [illegible] die früher erwähnten Beobachtungen lehren [illegible] die Vollständigkeit der peripherischen Theile [illegible] Ist [illegible] neben quer durchschnitten, hindert ein Druck eine [illegible] diesen Zustand zu ändern, oder fehlt die regelmäßige Aufeinanderfolge [illegible] Ventralwellen, so stehen auch hier die Wellen still. Die [illegible] Punkte können sich aber immer noch durch Reize [illegible] zur Fortbewegung bewegen. Die regelmäßige Fortpflanzung [illegible] Wellenpunkt einleitet, ist daher an gewisse Bedingungen [illegible] sie muß von Stelle zu Stelle fortschreiten können. Ein Punkt [illegible] anderen folgen. Es ist dagegen unmöglich, daß eine [illegible] springen würde.

1111 Faßt man die oberen Theile der Schlingwerkzeuge, die [illegible] des Kehldeckels oder den Anfang des Schlundes [illegible] ist begleitet die Wellen längs des Schlundes und der Speise[illegible] über haben Theil die Reize, die seine allgemeinen Wirkungen [illegible] den und Athmen erregen. Volkmann[1]) nahm an, daß nur [illegible] Theil der Schlingbewegung angesprochen zu werden brauche, dann [illegible] Wellen längs der ganzen Speiseröhre ohne weitere Vermittelung [illegible] Ich habe gezeigt, daß die beiden herumschweifenden Nerven [illegible] den Kehlkopf, so verbrei[illegible] vollkommen geschah die von solch entstehenden Schluckbewegungen [illegible] Wiederholte er denselben [illegible] galvanisirte die losgelösten W[illegible] der untere Theil der S[illegible]

Der Versuch [illegible] Ludwig[2]) an dem Hunde beme[illegible] Der Hals[illegible] sonst mit den übrig[illegible] Der Halstheil der S[illegible] des herumschweife[illegible] Kalte wiederholen, [illegible] an dem leben[illegible] Reizung der Vagusstämme hätte [illegible] Wellen daher [illegible]

[illegible] der kräftigen [illegible] die I[illegible] [illegible] Be[illegible] [illegible] Bedingungen [illegible] Bewegungen [illegible]

Die Umschnürung hob nicht immer den Fortschritt der Wellen auf. e ich einen Seidenfaden ungefähr einen Centimeter unter dem Unter- e des Kehlkopfes so fest, als es irgend anging, zugezogen, so gingen immer die von selbst entstehenden Wellen über die tiefe Einschnürung Unterbindungsstelle hinaus und eilten in den Brusttheil der Speise- weiter. Wurde der Schlund von außen gekneipt, so blieb die Be- ng in manchen Fällen am Faden stehen, überschritt sie aber auch in en. Schnürte ich einen eben so dünnen Faden einen Centimeter tiefer so setzten sich dessenungeachtet die von selbst auftretenden Wellen un- dert fort. Wurden sie aber durch Kneipen des Schlundes künstlich gt, oder entstanden sie, indem das Thier Luft schluckte, so pflanzten immer die Wellen bis zu der ersten Unterbindung fort und blieben stehen oder eilten bis zur zweiten Umschnürung weiter, um hier auf- ten. Der unterste Theil der bis zur Brusthöhle bloßgelegten Speise- r verhielt sich ganz ruhig oder verzog sich höchstens nur in der Rich- nach oben. Ich konnte dagegen nie selbstständige und fortlaufende len an diesem Stücke wahrnehmen. Das zitternde Spiel der Muskel- el, das wir auch an anderen Muskeln bemerken (§. 2342.), stellte sich während der Ruhezeit in den verschiedensten Punkten der Speise- re ein.

Wir sehen hieraus, daß selbst eine möglichst starke Umschnürung die 2338
pflanzung der Wellen nur unter gewissen Bedingungen hemmt. Ist Faden dünn, so kann die künstlich erregte Peristaltik stehen bleiben, rend die kräftigere, die aus inneren Ursachen entsteht, ungehindert schreitet.

Ich hatte, als ich die Unterbindungen löste, die vordere Wand der 2339
iseröhre an der Stelle, wo der obere Faden angebracht war, der Quere eingeschnitten. Die von selbst erzeugten Wellen schritten dessenun- htet in die Brusthöhle hinein fort. Da ich die unteren Kehlkopfzweige bald zu erwähnenden Eingriffe wegen zu lähmen befürchtete, so legte eine künstliche Luftröhrenfistel (Bd. I. §. 1220.) an und trennte hier die Speiseröhre mit dem stumpfen Messerstiele von der Brusthöhle bis dem Kehlkopfe allseitig los. Der Schlauch wurde auf diese Weise voll- mmen frei gemacht. Alle Nerven desselben, die nicht etwa oberhalb des lkopfes eindrangen, waren daher von ihren Centraltheilen abge- itten.

Die Schluckbewegungen, welche das Thier von selbst einleitete, gin- n jetzt nicht über den Bezirk des Schlundkopfes hinaus. Schob ich eine dflugel durch die oben erwähnte Oeffnung so tief als möglich in die bergangsstelle des Hals- und des Brusttheiles der Speiseröhre und ließ n Schlundkopf spielen, so blieb der Bissen an seinem Orte liegen. Er nd sich sogar noch hier, nachdem man das Thier auf dem Wege der rblutung getödtet und vor seinem Ende zahlreiche Schlundbewegungen ngeleitet hatte. Diese preßten nur oft zur Wunde Schleim und Luft in n letzten Lebensaugenblicken hervor.

Die bloße Thätigkeit des Schlundkopfes reicht daher nicht hin, Wel- 2340

der Speiseröhre anlangen. Der vollkommen isolirende Hals
der Luft und schleimigen Beschaffenheit derselben ist nun der von oben
gelegte Faden im Stande der Fortpflanzung einer gal-
vanischen unterbrochen zu werden. Die reizende Flüssigkeit bildet eine weite
Verbindung der Schlund- Haut mit der Luftröhre. Ist aber eine Unterbrechung des Zusammen-
hanges in einem bestimmten Theile auf diese Weise auch nicht möglich,
so ist doch durch Reizung der Nerven das Hinderniß während schwächerer
Reizung leichter zu überwinden. Es scheint also daraus daß die §. 2343.
angeführten
Thatsachen zu erklären sind.

2341 Versuche über die in einer gewissen Verbindung der Speiseröhre
mit der Fortbewegung der Ingesta. Diese Muskelwände sind einfach
so beschaffen, daß sie Zeugniß der Unterbrechung der Wellengeschwindig-
keit des Darmes. Schluß auf Kontinuität der Faser. In welchen die Schnel-
ligkeit der Speisetheile in einigen Augenblicken längs des Halstheiles
der Speiseröhre beträgt. Wenn man das Thier mit seinen Därmen dem Tode
nahe bringt, so erreicht selbst die lebhafteste Wurmbewegung nicht den Grad
der Schnelligkeit, den man an der Speiseröhre wahrgenommen haben.
Können sie nach Schritt für Schritt mit dem Auge verfolgen, während
Blick nicht im Stande ist, den Wellen des Darmbaues mit Muße
zuzusehen.

2342 Untersucht man die beiden genannten Gebilde im Leben, so
sich noch ein anderer Unterschied hinzu. Die Wellen der Speiseröhre
scheinen häufig ohne besondere äußere Veranlassung. Sie können
nach Belieben durch Reizung des Schlundes, durch die Einführung
Wissens erzeugt werden. Der Darm, der in dem lebenden Thiere
gelegt worden ist, ruht meist gänzlich. Geschieht dieses nicht, so
seine Bewegungen träger, als nach dem Tode auszufallen. Die
Reize regen selbst seine Thätigkeit in geringerem Maaße an.

2343 Tödten wir das Thier, so wird die Peristaltik der Speiseröhre
wenigen Minuten für immer aufgehoben sein. Die des Darmes
gewinnt an Lebhaftigkeit. Sie bricht gewaltsamer hervor, als hätte
letzte Athemzug von einem Hinderniß, das sie bisher fesselte,
(Bd. I. §. 536.).

2344 Die Wellen der Speiseröhre, die man an dem lebenden und
Thiere bemerkt, schreiten in der Richtung von dem Rachen nach dem
gen fort. Einzelne Forscher, wie Wild und Rühle, konnten selbst
antiperistaltischen Bewegungen während des Erbrechens wahrnehmen.
Budge[1]) bemerkte sie jedoch hier in Hunden, in denen er den
und den Brusttheil der Speiseröhre bloßgelegt hatte. Sind sie nicht
handen, so wird die Speiseröhre kürzer und weiter. Sie ändert sich
in ähnlicher Weise, wie wenn man den Vagus-Sympathicusstamm
dem Tode des Thieres zu reizen versucht (§. 2332.).

Die Wurmbewegung der dünnen Gedärme geht zwar auch häufig
ristaltisch vorwärts. Man stößt jedoch noch bisweilen auf Fälle, in den

[1]) Budge, Die Lehre vom Erbrechen. Bonn, 1840. 8. S. 54. 55.

: Wellen in der entgegengesetzten Richtung verbreiten. Es kann vorkommen, daß sich die Wirkungen von der Anspruchsstelle aus iden Seiten fortpflanzen.

ie wurmförmige, absteigende Bewegung scheint fast ausschließlich in 2345
: Röhrengebilden, die mit einfachen Muskelfasern versehen sind, mmen. Die Harnleiter können dieses zunächst erhärten. Ich erin- ich wenigstens nie einen Fall gesehen zu haben, in dem die Wellen r Harnblase nach der Niere hinaufgingen.

egt man die rothe Muskelmasse der Speiseröhre an, so wiederholen 2346
Wellen nicht von Neuem, so lange nicht automatische Schluckbewegun- er fernere Reize eingreifen. Hat sich aber Schleim in den Schling- ugen abgesetzt, so kann man in dieser Hinsicht einzelnen Ausnahmen en. Der Reiz der fremden Masse greift hier wahrscheinlich stärker schen. Das Verschlucken von Luft ist im Stande, ähnliche Zwischen- ungen zu veranlassen.

Haben wir ein Stück des Dünndarmes gereizt, so ereignet es sich 2347
ilen, daß die Wellen eine Strecke weit fortgehen, sich dann ver- und hierauf an der früheren Anspruchsstelle oder tiefer unten von n beginnen. Dieses Spiel, das an den quergestreiften Fasern der öhre nicht beobachtet wird, kann sich dagegen mehrere Male ohne e Veranlassung wiederholen.

Die Wurmbewegung, die wir durch den Anspruch der nervösen Mit- 2348
ste anregen können, zeigt noch beträchtlichere Unterschiede. Reizen n mittleren oder den unteren Brusttheil des sympathischen Nerven etödteten Säugethieres mechanisch oder galvanisch, sprechen wir in r Weise die Eingeweideäste oder das Samengeflecht an, so werden Gedärme unruhig. Die Versuche gelingen hier so häufig, daß man : Mangel der Wirkung ungünstigen Nebenbedingungen zuschreiben Die mit quergestreiften Fasern versehene Speiseröhre führt, wie on sahen, zu anderen Ergebnissen. Hat man das große und das Gehirn nebst dem verlängerten Marke entfernt, so gelang es we- bis jetzt nicht, vollkommene Schlingbewegungen durch den Reiz guswurzeln herbeizuführen.

at man ein Stück der dünnen Gedärme aus dem Unterleibe ge- 2349
n und dessen Gekröse so dicht als möglich an dem Verdauungs- abgeschnitten, so kann sich noch die örtlich angeregte Zusammenzie- wie wir später (§. 2417.) sehen werden, weiter fortpflanzen. Diese eilung der Bewegung hängt daher nicht nothwendiger Weise von rien Nervenknoten ab. Sie begünstigen nur die Fortpflanzung der rzung in auffallendem Grade.

Da die Speiseröhre der Vögel einfache Muskelfasern besitzt (§. 2331.), 2350
g es nahe, sie mit der quergestreiften Muskulatur der Schling- ange des Kaninchens zu vergleichen. Legte ich den Schlund und die eiröhre von Tauben bis zum Kropfe bloß, so fiel sogleich die Träg- mit der hier die einfachen Muskelfasern wirkten, in die Augen. Das : schluckte seltener ohne äußere Veranlassung. Kamen auf diese

Weise Wellen zu Stande, so schritten sie langsamer fort und blieben selten auf halbem Wege stehen. Die raschesten Bewegungen, die ich [illegible] nehmen konnte, ließen sich noch Schritt für Schritt mit dem Blicke [illegible] gen. Das flugähnliche Dahineilen, welches die rothe Speiseröhre des [illegible] darbietet, ist mir hier nie vorgekommen.

2351 Reizte ich die Innenfläche des Rachens oder des Schlundes [illegible] nisch, so versagte der Versuch häufiger, als im Kaninchen. Einge[illegible] Brodkugeln blieben oft liegen; sie wurden in anderen Fällen nur [illegible] Strecke weit fortgeschoben. Trieb sie auch eine kräftige Wurmbew[illegible] in den Kropf hinab, so gingen sie doch nicht so schnell, als in dem [illegible] chen dahin. Drückte ich den oberen Theil der Luftröhre zusammen [illegible] konnte ich noch am Ehesten kraftvollere Verkürzungen, die sich bis [illegible] Kropfe fortpflanzten, hervorrufen.

2352 Trennte ich die Speiseröhre einer Taube von der Mitte des [illegible] bis zu dem Kropfe vollständig los (§. 2349.) und schob dann Brod[illegible] in den Schlundkopf ein, so bemerkte ich eine eigenthümliche Ersch[illegible] Die Kauereinschnürungen gingen immer nur wellenartig bis zu der [illegible] an der die Speiseröhre von ihren Nachbargebilden gesondert war. [illegible] übrige Theil blieb aber nicht ruhig, sondern bewegte sich bis [illegible] Kropfe der Länge nach. Hatte ich diese Veränderung eine Reih[illegible] Malen beobachtet, so trennte ich noch die Speiseröhre ungefähr 4 [illegible] meter höher los. Die Kreiswellen hörten wieder an dem frei ge[illegible] Theile auf, die Längenverkürzung wiederholte sich dagegen aber[illegible] dem übrigen Stücke. Wurde das Thier getödtet, die Speiseröhre [illegible] geschnitten und in den Kreis des Magnetelektromotors gebracht, so [illegible] minderte sich ihre Länge fast um die Hälfte. Dieser Zustand erhielt [illegible] wenn selbst der elektrische Strom nicht mehr wirkte. Die Breite [illegible] dagegen nur wenig abgenommen.

2353 Legte ich die Drähte eines Magnetelektromotors an die beiden [illegible] ten der Speiseröhre einer enthaupteten Taube, so bildete sich eine [illegible] von queren, dicht auf einander folgenden Einschnürungen. Die oben [illegible] wähnte Längenverkürzung machte sich gleichfalls bemerklich. Die Reiz[illegible] keit verging hier eben so rasch, als in dem Darme. Sie erhielt sich [illegible] gegen länger in den rothen Körpermuskeln.

2354 Anatomische und physiologische Merkmahle der ein[illegible] chen Muskelfasern. Können wir auch die Querstreifen in [illegible] freien Muskeln älterer Leichen des Menschen oder des Pferdes be[illegible] ken, so gelingt es doch häufig nicht mehr, sie immer in den untersten [illegible] then Theilen der Speiseröhre aufzufinden (§. 2331.). Wir stoßen [illegible] auch oft auf ein solches scheinbares Wechselverhältniß in frisch getö[illegible] ten niederen Thieren. Erst eine genauere Untersuchung desselben Er[illegible] plares oder anderer Geschöpfe derselben Art führt uns zu einer begr[illegible] deten Erkenntniß. Dieses scheint z. B. der Grund zu sein, weshalb [illegible] alle späteren Forscher meine Angabe, daß quergestreifte Fasern in [illegible] Darme des Flußkrebses vorhanden waren, bestritten und sie erst [illegible] Weber von Neuem bestätigte.

e Zusammenziehung der Muskelfasern, die solche Wechselverhält- 2355
rbieten, kann auch in mehrfacher Hinsicht von der der gewöhnli-
eichsam entschiedener quergestreiften Fasern abweichen. Man ist
ssenungeachtet, wie wir sehen werden, nicht berechtigt, sie deshalb
fachen Fasergebilden physiologisch anzureihen.

: Muskelhäute des Magens, der dünnen und der dicken Gedärme, 2356
nblase, der Eileiter des Menschen und der Säugethiere und der
utter der Letzteren bestehen so ausschließlich aus glatten Fasern,
eigenthümlichen Merkmahle, die hierdurch bedingt werden, ohne
in die Augen fallen. Man hat daher auch von jeher diese Theile
um die anatomischen und physiologischen Eigenschaften der ein-
faſermassen zu verfolgen.

ie große Reihe anderer Körpertheile bietet diese einfachen Verhält- 2357
cht dar. Man findet in ihnen auf den ersten Blick eine Masse
lgewebe, dessen Cylinderfäden von denen des übrigen Bindegewe-
t abweichen. Die glatten Faserbänder, die außerdem vorkommen,
n leicht der Beobachtung. Man hat sie daher häufig gänzlich ge-
. Alle nachfolgenden Forscher stellten sie z. B. in der Regenbo-
t der Säugethiere, wo ich sie angegeben hatte, in Abrede, bis erst
n Bruecke und Koelliker in neuester Zeit auf sie zurückka-
Die Dartos des Hodensackes erlitt ein ähnliches Schicksal. Man
r für Zellgewebe, bis ich, Bowmann und Koelliker einfache
in ihr bemerkten.

eser Umstand verleitete zu der Annahme, daß ein contractiles 2358
webe neben den Muskelfasern in dem Körper vorkomme. Man
r leicht, daß eine solche Voraussetzung einen großen Theil ihres
durch die eben erwähnten mikroskopischen Beobachtungen verliert.
ihere Prüfung derselben wird uns später beschäftigen.

halten wir nur die anatomische Untersuchung im Auge, so lassen 2359
ache, platte, mit Kernen versehene Fasern theils unmittelbar, theils
handlung mit Essigsäure in sehr vielen Theilen nachweisen. Man
cht nur auf sie in der Regenbogenhaut und der Dartos der Men-
d der Säugethiere, sondern auch in der Gallenblase, den größeren
ungsgängen der übrigen Drüsen, der Luftröhre und den Bronchial-
gungen der Lungen, zum Theil der Haut, den Fachgeweben der Milz,
nnlichen Gliedes und des Kitzlers, den Schlagadern, den Capillaren,
utadern und den Lymphgefäßen [1]). Die Verkürzungserscheinungen,
viele dieser Gebilde darbieten, stimmten im Wesentlichen mit denen
fachen Fasern des Darmes überein. Die physiologische Aehnlich-
er Gleichheit verbindet sich daher häufig mit der anatomischen.
erden aber sehen, daß sich auch manche wichtigere oder untergeord-
Unterschiede zu erkennen geben. Dieser Umstand muß uns schon
n, alle Gebilde der Art ohne weiteres in eine Klasse zu bringen.
e anatomische Verhältnisse unterstützen diese Bedenken.

---

[1]) vgl. Koelliker, in den Mittheilungen der Züricher naturforschenden Gesell-
haft. Januar. 1847. 8. S. 18 — 28.

2360 Das elastische Gewebe z. B., welches in den größeren Sä des Menschen vorkommt, scheint verschiedene Entwickelungsstufen i ander darzubieten. Man findet hierbei platte mit Kernen vers sergebilde, die in hohem Grade an einfache Muskelfasern erinne fen wir aber dieselben Theile in größeren Säugethieren, so f gänzlich jene Mittelbildungen. Das vollkommen elastische Ge ausschließlicher hervor Die bisherigen Untersuchungen haben nicht dargethan, ob das Verkürzungsvermögen in gleichem Gra det oder nicht. Die physiologische Prüfung muß daher imme Endurtheil abgeben.

2361 Wir werden uns zunächst nur mit den §. 2366. genann den, deren einfache Fasern reiner hervortreten, beschäftigen, u genthümlichkeit dieser Art von Muskelmassen kennen zu lernen. hierdurch in den Stand gesetzt, die Aehnlichkeiten und Unterschi die §. 2369. erwähnten Theile darbieten, schärfer zu verfolgen.

2362 Reizbarkeitsbewegungen der größeren Unterl geweide und der rothen Muskeln. — Hält man sich a scheinungen, die eben getödtete Thiere darbieten, so läßt sich nic gemeinen bestimmen, ob die blassen oder die rothen Fasern ihr keit länger bewahren. Man findet z. B. bisweilen Pferde, der Stunden lang empfänglich bleiben, während die gestreiften Fa Glieder galvanische Ströme in weit kürzerer Zeit nicht mehr Das Umgekehrte kann sich eben so oft, wo nicht noch häufiger Der Magnetelektromotor versetzt leicht enthauptete Winterfrösc heftigsten Starrkrämpfe, während sich der Nahrungscanal nicht r Kaninchen und Tauben können das Gleiche lehren. Ist man mehr im Stande, ihren Magen oder Dünndarm zur Verkürzun gen, antworten höchstens noch der Mastdarm, die Harnblase un menleiter der Kaninchen mit leisen Bewegungen, so zuckt der g per auf das Lebhafteste, so wie die Schläge des Magnetele durchgehen.

2363 Das Erkalten der Theile übt zwar einen bedeutenden E die Reizbarkeitsverhältnisse aus (§. 2149.). Man kann sich überzeugen, daß dieser Nebenumstand den Hauptgrund jener E gen nicht bildet. Wir werden zwar später sehen, daß die Art d den man gebraucht, mit den Folgen, die er nach sich zieht, in menhängt. Man kann aber auch nicht auf diesem Wege alle j selerscheinungen vollständig erklären.

2364 Die mannigfachen Gruppen der rothen Muskeln führ ser Hinsicht zu auffallenden Unterschieden. Der Rumpf und maaßen eines Kaninchens können sich noch eine halbe Stunde Tode unter dem Einflusse des Magnetelektromotors lebhaft zu hen, während das Herz und die Speiseröhre schon wenige nach dem letzten Athemzuge schweigen. Diese beiden Theile verli oft ihre Reizbarkeit zu ungleichen Zeiten. Muskeln, die vor entblößt wurden, in deren Nähe bedeutendere Blutungen sta

erlahmen häufig eher, als andere, die keinen solchen Störungen
gen.

ie einzelnen Theile des Nahrungscanales führen zu ähnlichen Wech- 2365
inungen. Der Dünndarm kann schon völlig ruhen, wenn noch
ewegungen in dem Dickdarme angeregt werden und umgekehrt.
ase entleert häufig ihren Harn von selbst, während der Nahrungs-
einen Anspruch mehr berücksichtigt.

ir sahen (§. 2253.), daß sich die gestreiften Fasern in der Ruhe 2366
. Diese Sammlung ist auch den einfachen Muskeln der größeren
ibseingeweide möglich. Hat man ein Darmstück oder die Blase
ich angesprochen, so glückt es bisweilen später, denselben Ver-
it Erfolg einzuleiten. Diese Wechselfälle können nicht bloß vor-
, wenn man die Muskelmasse selbst, sondern auch wenn man de-
ie Nerven oder Knoten anspricht.

ehen wir zu den Unterschieden, welche die Verkürzung der einfa- 2367
nd der gestreiften Fasern darbietet, über, so finden wir, daß sich
eisten Abweichungen nur auf den Grad, nicht aber das Wesen der
ng beziehen. Das Gesammtbild der Zusammenziehung ändert sich
ungeachtet in den meisten Fällen in auffallender Weise.

Ein Druck, der den Hüftnerven des Frosches trifft, wirkt nur kurze 2368
Hat er seinen Einfluß auszuüben aufgehört, so kehren die Waden-
n zu ihrer früheren Erschlaffung zurück. Wiederholen wir dagegen
leichen Versuch mit einem Gekrösnerven, so kann sich die Einschnü-
des Darmes, welche auf diese Weise entstanden ist, sehr lange er-
. Trifft der mechanische Reiz die Muskelmasse selbst, so stößt man
nen noch grelleren Unterschied. Der rothe Wadenmuskel antwortet
gar nicht; der Nahrungscanal dagegen bewahrt seine örtliche Ver-
g mit einer Zähigkeit, die wir in den gestreiften Fasern nie an-
.

ie Grundursache dieser Verschiedenheit kann nicht in den Nerven- 2369
liegen. Das ausgeschnittene Herz birgt noch in seinem Innern
che Ganglien. Seine gestreiften Fasern erschlaffen aber kurze Zeit,
n der Reiz aufgehört hat. Der von seinem Gekröse getrennte Darm
dagegen eingeschnürt. Wir können hieraus mit vieler Wahrschein-
schließen, daß der Bau der Muskelfasern den wesentlichsten Ein-
isübt.

Man hat daher häufig gesagt, daß die quergestreifte Faser nur so 2370
als der Reiz dauert, verkürzt bleibt, die einfache dagegen ihren
angenommenen Zustand länger beizubehalten vermag. Der zweite
dieses Satzes ist vollkommen richtig; der erste dagegen kann nur
gewissen Umständen vertheidigt werden.

nthauptet man einen Frosch und führt die Dräthe des Magnet- 2371
notors in das Rückenmark, so werden der Rumpf und die Glieder
iese allein von den heftigsten Starrkrämpfen befallen. Entfernt
iederum die Elektroden, so hört deshalb die Steifheit der Muskeln
uf der Stelle auf. Das Kniegelenk setzt noch immer einen gewissen

Widerstand der Beugung entgegen. Er schwindet erst allmählig
einer Reihe von Secunden. Wirkt dagegen der Magnetelektromotor
ein schwächeres Präparat, in dem früher das (§. 2214.) erwähnte
hüpfen vor den Starrkrämpfen die Oberhand hat, so läßt sich der
schenkel leicht biegen, so wie die elektrische Anregung aufhört.

Wir sehen hieraus, daß nicht bloß die kraftvolle, sich rasch
holende Wirkung des Magnetelektromotors, sondern auch ein
Grad von Empfänglichkeit gefordert wird, um den einmal eingeleit
Krampf ohne äußere Anregung zu erhalten. Sinkt die Muskelkraft
so fehlt auch jene selbstständige Nachwirkung.

2372 Entfernt man den Kopf eines Frosches, enthäutet das Ganze
schneidet das eine Hinterbein los, so verhalten sich beide Präparate
ungleiche Weise. Hat der Magnetelektromotor zu arbeiten aufgehört,
verlieren die Muskeln, die nicht mehr mit dem Rückenmarke verbu
sind, die Starrkrämpfe auffallend früher, als die, deren Nerven noch
natürlichen Zusammenhang bewahrt haben. Wurde der vordere Theil
Rückenmarkes bis zu dem vierten bis fünften Wirbel zerstört, so er
fen oft die Vorderbeine auf der Stelle, während die Füße gestreckt bl

Das Rückenmark begünstigt daher die selbstständige Fortdauer
Starrkrämpfe in hohem Grade. Manche Schriftsteller[1]) geben an,
sie ohne seine Mithilfe auf der Stelle aufhören. Die Erfahrung
aber gegen diese Behauptung. Die unmittelbare Beobachtung kann
nicht selten lehren, daß vollkommen losgeschnittene Froschschenkel, w
den Kreis des Magnetelektromotors verlassen, noch einige Secunden
bleiben, daß ihre Verkürzung nicht plötzlich, sondern allmählig auf
Die später anzuführenden Maaßbestimmungen werden uns zeigen,
ausgeschnittene Muskelmassen, an denen kein Stück eines freien Ner
mehr vorhanden ist, die gleichen Erscheinungen darbieten.

2373 Die Verkürzung kann daher auch noch nach der Entfernung
Reizes in den gestreiften, wie in den einfachen Muskelfasern fortdau
Während sie aber in jenen kaum eine Minute in den günstigsten
len anhält, verharrt sie in der Regel in diesen weit längere Zeit. Es
darf des eigenthümlichen Reizes des Magnetelektromotors, des schn
Schlusses und Oeffnens der Kette, damit jene Eigenschaft der ro
Muskeln deutlich wahrgenommen wird. Die blassen Häute des Da
verrathen sie schon, wenn sie auch nur mechanischen Einwirkungen u
worfen werden. Die Gliedmaaßen bewahren ihre Starrkrämpfe
größerer Zähigkeit, wenn ihnen das Rückenmark seine einflußreiche U
stützung darbietet. Der Nahrungscanal hat nicht erst die Anwese
des Gehirns, des Rückenmarkes, der freien Knoten und Nerven zu
vollen Wirkungen nöthig.

2374 Ein anderer zeitlicher Unterschied wird häufig mit Unrecht als
wesentliche Eigenthümlichkeit der Wirkungen der Ganglionnerven, di
zu den Unterleibseingeweiden begeben, angesehen. Reizen wir den

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1845. S. 411. Ed. Weber, a. a. O. S

n mechanisch, chemisch oder galvanisch, so ziehen sich auch die Mus-
des Unterschenkels und des Fußes auf der Stelle zusammen. Die
die zwischen der Anregung und dem Erfolge verstreicht, läßt sich
stens nicht mit der Secundenuhr bestimmen. Wiederholen wir den-
Versuch an einem Brustknoten des sympathischen Nerven, dem Ein-
easte, dem Sonnengeflechte oder einem Gekrösnerven, so verfließt
ne geraume Weile, ehe die Muskeln in Thätigkeit gerathen. Es
et sich sogar häufig, daß die Wirkung erst nach der Entfernung des
inglichen Reizes zu Stande kommt.

Wir werden in der Nervenlehre sehen, daß nicht bloß der Anspruch 2375
ewegenden, sondern auch der von empfindenden Nerven Muskelver-
ngen herbeizuführen vermag. Das Aequivalent des Reizes wird
in diesen centripetal bis zu einem gewissen Mittelpunkte der Ner-
irkung fortgeführt und trägt sich hier auf bewegende Fasern über.
ntstehen auf diese Weise keine directen, sondern Reflexbewegungen.
Umweg kostet eine gewisse Zeit. Die Muskelthätigkeit kommt daher
augenblicklich zu Stande.

Dieser und ein später (§.§. 2385. 2386.) noch zu erwähnender 2376
nd haben dazu geführt, die Verkürzung der einzelnen Fasern mit sol-
Reflexbewegungen zu vergleichen[1]). Diese Ansicht, auf die wir in der
venlehre zurückkommen werden, stößt auf mehrfache Schwierigkeiten.
en wir die Haut eines enthaupteten Thieres, so stellen sich in der
el die Reflexbewegungen so rasch ein, daß man den Zeitunterschied
n mit der Uhr messen kann. So lange Perioden der Ruhe, als wir
den einfachen Fasern antreffen, kommen hier nie vor. Antwortet die
skelmasse nicht auf der Stelle, so bleibt der Versuch im Ganzen er-
los. Andere Gegengründe, welche sich auf die Verbreitung der Gang-
beziehen, werden uns bei der Betrachtung der Nerventhätigkeit
ästigen.

Die Thatsache, von der man hier ausgeht, bestättigt sich aber über- 2377
nicht in allen Fällen. Reizt man einen Brustknoten des sympathi-
Nerven mechanisch oder galvanisch, so kann man nicht selten beob-
, daß die Wurmbewegung des Darmes auf der Stelle nachfolgt.
man sie von dem Gehirn aus an, so gehört es sogar, wie wir in
Nervenlehre finden werden, zur Regel, daß zwischen Ursache und
ng eine eben so kleine Zeit, als in den rothen Muskeln verstreicht.
auch §. 2439.) Diese Erscheinung hängt daher vermuthlich mit
anderen Verhältnisse, das sich bei dem örtlichen Anspruche der
elmasse selbst deutlich verräth, zusammen.

Drücken wir einen gestreiften Muskel, so zieht er sich entweder so- 2378
zusammen oder er giebt mechanisch nach, so wie die Pressung auf-
Man beobachtet dagegen keine spätere Nachwirkung. Wiederholen
as Gleiche an einem ausgeschnittenen Stücke des Darmes, das kein
se mehr besitzt, so kehrt oft die Druckstelle, so wie z. B. die Pin-

---

olkmann, a. a. O. S. 426 fgg. Ed. Weber, a. a. O. S. 23.

cette entfernt wird, in ihre frühere Lage zurück. Alle Merkmahle deu
auf einen Zustand der Erschlaffung. Wir finden aber dessenungeac
einige Zeit später, daß sich die Berührungsstelle eingeschnürt hat, daß
in diesem Zustande lange verharrt und ihn erst allmählig aufgiebt.
Verkürzung beschränkt sich dabei häufig nur auf den Ort, welcher dem
sprünglichen Eingriffe ausgesetzt war.

2379 Es versteht sich von selbst, daß hierzu kein entfernter nervöser
telpunkt, kein Stück des Gehirns oder Rückenmarkes, kein freier Ku
oder Nerve nöthig ist. Die Muskelmasse selbst muß die erforderlic
Bedingungen in ihren verschiedenartigen Gewebtheilen enthalten.
bleiben hier dreierlei Verhältnisse denkbar. Das Aequivalent des Re
pflanzt sich nach und nach auf Nerventheile fort, welche die gedrü
Punkte zur Verkürzung zwingen. Es vergeht eine gewisse Zwischen
ehe dieses zu Stande kommt. Oder die einfache Muskelfaser zieht
nur bei einer bestimmten Größe der Anregung zusammen. Diese kann
vorn herein geliefert werden oder dadurch zu Stande kommen, daß
wisse unsichtbare Folgen des Reizes, gleichsam gewisse Schwingungen
Zeit lang fortdauern und sich so anhäufen oder sich unmittelbar nach
nach verstärken. Diese Art von Wirkung kann von den Nerven oder
Muskelfasern selbst ausgehen.

2380 Wir werden später sehen, daß die zuerst erwähnte Vorstellung
sehr viele Schwierigkeiten stößt, ja wahrscheinlich sogar unmittelbar
der Erfahrung widerlegt wird. Mögen wir aber die letztere Annah
auf die Nerven oder die Muskelfasern selbst übertragen, so kann sie
auf die oben erwähnten Versuche, in denen entfernte Ganglien ge
werden, angewandt werden. Der Schluß, daß hier Reflexbewegung
nothwendiger Weise vorhanden sind, ist nicht gerechtfertigt.

2381 Die eben erläuterten Erscheinungen machen es begreiflich, wes
die einfachen Muskelfasern Reize, die sie selbst, vorzüglich aber ihre N
ven treffen, wenn ich mich so ausdrücken darf, launenhafter beantwort
Diese Willkühr kann sich auch auf die Orte, welche der Anregung folg
ausdehnen.

2382 Leiten wir den Strom eines Magnetelektromotors durch die Endpu
eines rothen Muskels, so zieht er sich auch seiner ganzen Länge nach
sammen. Bringen wir aber die beiden Elektroden in die zwei Oeffn
gen eines ausgeschnittenen Darmstückes, so daß die elektrischen Str
das Ganze durchsetzen, so verkürzen sich oft nur einzelne Punkte,
daß die Reizbarkeit der ruhenden Theile verloren gegangen ist (§. 24
Es scheint daher, daß jene Bedingungen der Anhäufung der Stöße
der Schwingungen an den verschiedenen Orten in ungleichem Maaße
zeugt oder in abweichendem Grade verarbeitet werden.

2383 Wir haben gesehen (§. 2332.), daß ein Bissen, den wir in die
geschlitzte Speiseröhre eines Kaninchens einführen, Wellenbewegungen
unteren Theiles, die ihn bald nach dem Magen führen, anregt. Es
daher die Peristaltik unter diesen künstlichen Verhältnissen an einer h
bigen Stelle des Oesophagus beginnen. Die Wirkung kommt aber n

die Hilfe eines Nervenmittelpunktes zu Stande. Wir werden in
Folge finden, daß die Theile, welche die unerläßliche Vermittelungs-
übernehmen, oberhalb des freien Halsknotens des herumschweifenden
en und hinter dem großen Gehirn liegen.

Reizen wir die Großhirnschenkel, das verlängerte Mark, die Brust- 2384
n des Sympathicus oder das Sonnengeflecht, so beschränkt sich die
irzung der dünnen Gedärme auf keine einzelne Stelle. Sie schreitet
ehr wurmartig fort. Man hat auf diese Weise viele Punkte gleich-
angeregt. Sie arbeiten aber nicht auf einmal, sondern nach einan-
Drücken wir eine Stelle des Darmes mit der Pincette zusammen,
iederholt sich oft dieselbe Erscheinung. Man stößt aber hier häufig
auf zwei eigenthümliche Verhältnisse. Die Wurmbewegung geht
meist peristaltisch weiter. Es ereignet sich aber auch, daß sie nach
n Seiten hin von der Reizungsstelle aus fortschreitet. Sind ihre
en nach einiger Zeit an einem entfernten Orte verschwunden, so be-
en sie bisweilen von Neuem. Sie können dann an der früheren
ungsstelle selbst oder tiefer unten anfangen.

Manche Forscher nehmen an, daß jene Fortpflanzung der Bewegung 2385
so lange, als noch die Theile mit freien Nervenknoten zusammen-
gen, möglich werde. Es ist keine Frage, daß die natürliche Verbin-
ng diese Erscheinungen begünstigt. Die Erfahrung spricht aber wiederum
n die allgemeine Gültigkeit jenes Lehrsatzes.

Schneidet man den Magen oder einen Theil des Dünndarmes des
sches aus und reizt ihn an einer Stelle mechanisch, so beschränkt sich
dings häufig die Einschnürung auf die Anspruchsstelle. Wiederholt
aber die Versuche öfter und setzt man vorzüglich die Beobachtung in
n Einzelfalle länger fort, so findet man, daß nicht selten die Verkür-
weiter schreitet. Der elektrisch angesprochene Darm des Kaninchens
e mich auch zu den gleichen Erfahrungen und Ed. Weber[1]) machte
be Beobachtung an dem Nahrungscanale der Katze.

Man hat dieses allmählige Fortrücken der Bewegung als eine zweite 2386
: des Vergleiches mit den Reflexbewegungen (§. 2376.) angesehen.
ber die freien entfernten Nervengebilde die Erscheinung nur begün-
da die Mittheilung der Bewegung auch ohne sie zu Stande kom-
kann, so muß die ursprüngliche Ursache derselben in den einfachen
:lfasern des Nahrungscanales, den in ihnen eingeschlossenen Nerven-
:n, oder in beiden zugleich liegen.

Wir werden in der Nervenphysiologie finden, daß die Reflexbewe- 2387
n, so viel man bis jetzt weiß, nur durch die Vermittelung von
nkörpern zu Stande kommen. Soll daher der Vergleich eine Grund-
aben, so müßten sich Ganglienkugeln in dem Innern der Muskel-
des Darmes an allen Orten vorfinden. Die mikroskopische Ana-
hat bis jetzt noch nichts der Art nachgewiesen. Manche physiolo-
Erscheinungen sprechen ebenfalls dagegen.

---

1) Weber, a. a. O. S. 24.

2388 Schält man ein viereckiges Stück der Magenschleimhaut krümmt es sich von selbst. Es gelang mir aber hier bis jetzt n schreitende Wurmbewegungen durch mechanische Reize oder durch fluß des Magnetelektromotors hervorzurufen. Fänden sich im nervöse Mittelpunkte, so ließe sich erwarten, daß sie noch häuf chen Bruchstücken erhalten sein werden. Fehlt aber dennoch t statik, so kann man eher vermuthen, daß in dieser Hinsicht di nung der Fasern und die Art der Verarbeitung des Reizes die chen Rollen übernehmen.

2389 Diese Anschauungsweise wird noch dadurch unterstützt, daß cessive Fortpflanzung der Verkürzung nicht zu den allgemeinen Ei gen gehört. Der Magen z. B. schnürt sich oft örtlich ein, er anderen Fällen Wellenbewegungen und verkleinert sich in noch a seinem ganzen Umfange. Die Harnblase liefert die gleichen Er gen. Die Gallenblase zeigte bis jetzt nur örtliche Einschnürun eine durchgreifende Verengerung, aber keine peristaltischen Bew Ein und derselbe Reiz kann diese verschiedenartigen Lebensäu veranlassen.

2390 Die meisten rothen Muskeln werden von freien Hirn- und marksnerven in dem Menschen und den Wirbelthieren versor größte Theil von ihnen vermag dem Befehle des Willens zu g Wir kennen bis jetzt kein Organ aus jenen höheren Geschöpfen, das Muskelfasern führt und dessen Thätigkeit von dem Willen geleit oder unter regelrechten Verhältnissen zum Bewußtsein gelangte.

Die Eingeweide der Brust und des Unterleibes dagegen sich unserem Willeneinflusse. Wir empfinden ihre Thätigkeit lange sie sich in den regelrechten Grenzen hält. Die Nerven ihnen gehen, besitzen zahlreiche Knoten. Das Herz und die S sind dabei mit quergestreiften, die übrige Reihe der Eingeweid mit einfachen Muskelfasern versehen.

2391 Volkmann[1]) schrieb daher die vorzüglichsten der oben e Eigenthümlichkeiten, welche die Bewegungserscheinungen des D canales darbieten, dem Einflusse der Nervenknoten zu. Jene S sollten auf Reflexthätigkeiten beruhen, welche die Ganglien vermit erkläre sich z. B. hieraus, weshalb der Reiz, den die Rotationsma den herumschweifenden Nerven ausübt, Starrkrampf in der S und fortschreitende Bewegungen in dem Magen der Säugethier

2392 Berücksichtigt man aber, daß jene gestreifte und dieser einfa führt und behält man die früher erläuterten Unterschiede, we Arten von Verkürzungsgebilden darbieten, im Auge, so ergieb selbst, daß die eben erwähnte Anschauungsweise aus den ihnen zu liegenden Thatsachen nicht folgt. Fernere Betrachtungen können noch weitere Gegengründe liefern.

2393 Die Wurmbewegung, ein Hauptmerkmahl, auf dem jene S

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1845. S. 426.

ıg fußt, findet sich nicht selten in den willkührlichen Muskeln man-
wirbelloser Geschöpfe, die nur einfache Fasern besitzen. Der Fuß
Schnecke bietet sie gewöhnlich dar. Sie kehrt eben so in der mit
hen Fasern versehenen Speiseröhre der Vögel wieder. Die Natur
ewebe entscheidet hier mehr, als die Nervengebilde, die sich in ihnen
iten.

Die Beobachtungen, die zuerst Weber[1]) an dem Nahrungscanal der 2394
nusarten angestellt hat, geben hierfür noch deutlichere Belege. Der
en (Cyprinus carpio) und der Weißfisch (C. alburnus) enthalten in
Nahrungscanale einfache Muskelfasern, wie die meisten übrigen
lthiere. Die Schleihe (C. tinca) bildet dagegen, wie Reichert ent-
, eine Ausnahme von dieser Regel. Der größte Theil der Muskel-
ihres Magens und Darmes besitzt gestreifte Fasern. Sie sind ver-
ßmäßig schmal. Ihre Querstreifen treten in einzelnen Fällen etwas
tlicher hervor. Sie geben sich aber meistentheils mit der größten
mmtheit zu erkennen.

Der Nahrungscanal der Fische erhält einen großen Theil seiner Ner-
von dem herumschweifenden Stamme, der oben in einen starken Kno-
nschwillt. Diese Anordnung findet sich eben so gut in der Schleihe,
in dem Karpfen.

Entschiede die Art der Nervenversorgung, wie es die §. 2401. mit- 2395
telte Anschauungsweise fodert, und nicht der Bau der Muskelfasern,
ße sich erwarten, daß der Darm der Schleihe dieselben Verkürzungs-
inungen, wie der des Karpfens oder anderer Fische darbieten wird.
Beobachtung lehrt, daß dieses nicht der Fall ist.

ließ Weber den Rotationsapparat auf den Magen der Schleihe
ı, so zog sich der ganze Nahrungscanal augenblicklich zusammen.
Bewegungen glichen denen der rothen Körpermuskeln und nicht de-
s Darmes der übrigen Wirbelthiere. Kam dagegen der Mastdarm
n Elektroden in Berührung, so antwortete er in beschränkterer Weise.
ahrungscanal des Karpfens bot nur die gewöhnlichen Verkürzungs-
nisse der einfachen Muskeln dar. Er antwortete eben so träge,
den meisten übrigen Fischen.

h habe diese Untersuchungen an fünf Schleihen wiederholt und kann
sentlichen nur das Gleiche berichten. Legt man die Elektroden an
heil des Hirns, aus dem die Vaguswurzeln hervorgehen, an den
hweifenden Nerven oberhalb oder unterhalb seines Hauptknotens
den Magen selbst, so erzeugt man sogleich die plötzliche ruckartige
nenziehung. Der ganze Nahrungscanal erhält gleichsam einen Stoß
elben Augenblicke. Spricht man den hinteren Theil des Darmes
bemerkt man fast nie so allgemeine Wirkungen. Als ich diese Un-
ngen im Januar anstellte, verloren die Eingeweide ihre Reizbarkeit
rze Zeit, nachdem sie aus der Unterleibshöhle entfernt worden

[1]) Weber, a. a. O. S. 28.

Der untere Theil des Darmes der Schleihe führt einfache Fasern neben den gestreiften. Diese finden sich überdieß noch in einzelnen Eingeweiden mancher Budge bemerkte sie in dem Schlammpeizger (Cobitis fossilis) in den Muskeln des Magens, nicht aber in denen des Darmes. Ich stieß bei der Untersuchung Schwimmblase von Lepisosteus auf Fleischbalken, welche die schönsten quergest Fasern darboten. Es beruht dagegen auf einem Mißverständniß, wenn mir zug ben worden ist [1]), daß ich den zelligten Bau von diesen Muskelmassen allein her Meine Beobachtungen ergaben ausdrücklich [2]), daß die netzförmigen Verbindung Sehnenfasern und nicht die Muskeln die Zellen, die schon bei ungeöffneter Schw blase durchschimmern, bilden und daß sich auch die untergeordneten Sehnen allein ge seitig verbinden.

6 Ed. Weber hat den Vorschlag gemacht, die eigenthümliche Art Zusammenziehung, welche die meisten quergestreiften Fasern darbieten, dem Namen der animalen, die der einfachen Fasern dagegen mit der organischen zu bezeichnen, weil manche gestreifte Muskeln eher als jene Verkürzungsweise darbieten. Das Herz z. B., der Darm Krebses und zum Theil die Speiseröhre gehören nach ihm zu diesen nahmsgebilden.

7 Wir sahen schon früher (§. 2331.), daß die Speiseröhre gestreifte einfache Fasern neben einander enthalten kann. Es wird daher hier Bewegungsweise von dem Orte der Reizung abhängen. Der Nahr canal der Schleihe giebt zu derselben Bemerkung Veranlassung.

8 Die Verhältnisse des Herzens gleichen mehr im Ganzen denen quergestreiften, als denen der einfachen Fasern. Die scheinbaren und lichen Abweichungen werden uns in der Nervenphysiologie beschäftigen.

Die schon früher (§. 2354.) erwähnten Fälle, in welchen man Querstreifen bald bemerkt, bald dagegen vermißt, in denen überhaupt meist schmalen Muskelfasern gewissermaßen nur die niederste Stufe bleibenden Ausbildung erreichen, verdienen hier eine besondere Aufm samkeit. Man kann dann auf Bewegungsäußerungen stoßen, die in hö rem Grade von denen der entschiedener gestreiften Fasern abweichen. N men wir den Nahrungscanal der Krebse als Beispiel.

Da Weber [3]) bloß örtliche Zusammenziehungen hier beobachtete, schrieb er eine ausschließliche organische Bewegung diesem quergestreift Gebilde zu. Legte ich die Dräthe des Magnetelektromotors an den Da lebender Krebse, so konnte ich mir keine zuverlässige Anschauung w gen der gleichzeitigen Zuckungen der benachbarten Schwanzmuskeln ve schaffen. Schnitt ich ihn an, so antwortete er in einigen Thieren g nicht. Er zog sich in anderen Fällen der Art heftig und zwar stellenwei oder im Ganzen zusammen. Die Schnelligkeit der Zuckungen verrieth hi viel deutlicher quergestreifte, als einfache Fasern. Es bildeten sich endl auch nur örtliche Einschnürungen in manchen Versuchen, in denen man Elektroden zu beiden Seiten des Nahrungscanales anlegte. Setzte ich d

---

[1]) Joh. Müller. Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Berlin, 1845. S. 29. und hiernach in Stannius und Siebold, Lehrbuch der vergleichend Anatomie. Bd. II. Abth. II. S. 480.

[2]) Repertorium. Bd. V. Bern, 1840. 8. S. 394. 395.

[3]) Ed. Weber, a. a. O. S. 29.

n dieser Thiere (im December) den gleichen Einflüssen aus, so erhielt
: ein sicheres Ergebniß.

Wir haben aber gefunden (§. 2354.), daß die quergestreiften Fasern
mit gleicher Schärfe in verschiedenen Krebsen ausgebildet sind. Ihre
nahle können wenigstens nur leiser hervortreten. Die Lebenserschei-
n dürften am Ehesten diesen Verhältnissen des Baues entsprechen.
hwankenden Ergebnisse würden sich hieraus am Einfachsten erklären.

Blicken wir auf das Ganze dieser Untersuchungen zurück, so ergiebt 2399
daß die Structur der Muskelfasern und nicht die Art der Nerven-
gung das entschiedenste Bestimmungsglied für die wesentlichsten Ver-
gserscheinungen bildet. Das Herz selbst unterstützt sogar diese An-
Die Natur hat ihm gestreifte Fasern verliehen, damit es sich rasch,
oll und als ein Ganzes zusammenziehe. Seine besonderen Verhält-
machten nur Nebeneinrichtungen nothwendig, die es von den meisten
en rothen Muskeln unterscheiden und auf die wir in der Nervenlehre
kommen werden.

Verhalten der gestreiften Fasern und der einfachen Mus- 2400
ebilde der größeren Unterleibseingeweide zu den ver-
edenen Reizen. — Die früheren Betrachtungen führten uns schon
r Ueberzeugung, daß die rothen Muskeln von den Nerven in höhe-
Grade als die blassen abhängen. Die Art, wie äußere Reize beant-
tet werden, wechselt ebenfalls häufig mit der Natur dieser beiden Gat-
en von Verkürzungsgebilden.

So leicht sich die Wadenmuskeln, wenn der Hüftnerve mechanisch 2401
gt wird, zusammenziehen, so schwach wirkt in der Regel eine Anre-
, welche die Muskelmasse selbst trifft (§. 2141.). Die einfachen Mus-
ute des Darmes besitzen eine weit größere Empfänglichkeit für solche
riffe. Drücken wir sie mit der Pincette, so erhalten wir oft eine kräf-
Einschnürung, die sich bald auf die gepreßte Stelle beschränkt, bald
zen weiter schreitet.

Versagen auch schon die übrigen Reize, so wird doch meist noch der 2402
anische Anspruch von den einfachen Muskelfasern beantwortet. Wir
en hierdurch häufig beträchtliche Verkürzungserscheinungen hervorrufen,
uns schon der Magnetelektromotor verlassen hat. Ist die Reizbar-
für den Augenblick verschwunden, so läßt sich ihre Wiederkehr durch
Gebrauch von mechanischen Reizen am Ehesten erkennen.

Die Versuche, die wir mit solchen mechanischen Eingriffen anstellen, 2403
en oft eine eigenthümliche Erscheinung, die auch in manchen anderen
ruchsweisen wiederkehrt, herbei. Drücken wir ein ausgeschnittenes
ndarmstück eines Frosches oder Kaninchens zusammen, so bildet sich
Einschnürung an der gepreßten Stelle. Es erzeugen sich aber noch
eilen an einzelnen entfernten Punkten ähnliche Ringe, die durch bla-
Auftreibungen geschieden werden. Wiederholt man den Versuch, wenn
zur Ruhe gekommen ist, so erhält man von Neuem eine Reihe von
ngerungen, die auf verschiedene Abstände vertheilt sind. Die Orte,
enen sie jetzt auftreten, fallen aber nicht immer mit denen, wo sie

sich früher befanden, zusammen. Es müssen daher die Ursachen, die
erzeugen, von gewissen inneren Wechselverhältnissen abhängen.

2404 Man bemerkt häufig, daß der eine Theil des Nahrungscanals frü
als der andere abstirbt. Die Geschlechtswerkzeuge oder der Dickdarm
Säugethiere beantworten oft noch mechanische Reize, wenn selbst schon
Dünndarm schweigt. Ist kein künstlicher Reiz mehr im Stande, Wi
gen zu veranlassen, so verkleinert sich noch die Harnblase nicht selten
selbst.

Es läßt sich schwer entscheiden, inwiefern hier zufällige oder we
liche Bedingungen eingreifen. Der Körper des Frosches führt in d
Hinsicht zu beständigeren Erscheinungen. Die Harnblase und der Eil
besitzen hier eine solche Trägheit, daß ich mich nicht erinnere, an i
irgend kraftvolle Verkürzungswirkungen wahrgenommen zu haben.
Eileiter eines Frosches, der eben im Laichen begriffen war, lieferte
sogar keine schärferen Ergebnisse.

2405 Ein zu hoher Grad von Wärme zerstört sowohl die Kraft der
fachen, als die der quergestreiften Fasern (§. 2156.). Die bis jetz
machten Beobachtungen können noch nicht entscheiden, ob jene der
kräftiger widerstehen, als diese oder nicht. Hatte ich den Dünndarm
Frosches einige Augenblicke in Wasser von 47°5 C. untergetaucht, s
er sich noch schwach und örtlich zusammen, wenn ich an ihn die Dr
einer Zinkkohlenkette anlegte.

2406 Der Galvanismus regt im Allgemeinen die einfachen Fasern st
rer, als die quergestreiften an. Man kann hiernach vermuthen, daß
eher auf die Nerven, als auf die Muskelfasern selbst wirkt.

2407 Verstärkte ich den Magnetelektromotor in dem Grade, daß ein Mens
der die Handhaben mit befeuchteten Händen berührte, die Schläge kau
eine Minute lang aushalten konnte, daß schon die bloße Berührung
der Dräthe unangenehm wirkte, und legte ich diese dann an zwei e
fernte Stellen eines ausgeschnittenen und von seinem Gekröse getrenn
Kaninchendarmes, so bildete sich nach und nach eine Reihe von Einsch
rungen, die in ziemlich regelmäßigen Entfernungen vertheilt und d
blasige Auftreibungen getrennt waren. Wiederholte ich den Versuch
dem Dünndarme des Frosches, so fand sich im Anfange das Gleiche
Dauerte aber die Wirkung des Magnetelektromotors länger fort, so
engerte sich das Darmstück, das zwischen den Elektroden lag, in so be
tendem Maaße, daß sein Durchmesser fast um die Hälfte abgenom
hatte. Entfernte man die Dräthe, so blieb dieser Zustand eine Zeit
zurück. Er schwand zwar später. Das freie Auge war aber nicht
Stande, die einzelnen Veränderungen, welche die Rückkehr in die frü
Verhältnisse begleitete, zu verfolgen.

2408 Schnitt ich den Magen von Fröschen aus, trennte das Gekröse
und führte den positiven Drath des Magnetelektromotors in den Pfö
und den negativen in den Cardiatheil ein, so verkürzte sich meist jener z
Die Bewegung schritt dann in mehreren Fällen von dem Dünndarmende
dem Cardiaanfange fort. Wechselte ich jetzt die Dräthe, so daß sich

ive in dem Cardiastücke befand, so begann die Bewegung an diesem
schritt in entgegengesetzter Richtung weiter. Es kam aber auch zwei
vor, daß sich eine von der Berührungsstelle entfernte Gegend zuerst
rzte und daß sich die Veränderung in der Richtung von der negati-
nach der positiven Elektrode verbreitete. Der Magen verengerte sich
ch in anderen Versuchen gleichförmig.

Diese Thatsachen bestättigen von Neuem, daß die ursprüngliche Ur- 2409
der Wurmbewegung nicht in entfernten Nervengebilden, sondern in
ngleichen Erregbarkeit, in der allmähligen, fruchtbaren Anregung der
n Muskelmasse selbst liegt (§. 2359.).

Dringt die Atmosphäre in die Unterleibshöhle eines getödteten 2410
ethieres, so erregt sie die lebhafteste Peristaltik (Bd. I. §. 535.). Die
en Gedärme pflegen sich unter diesen Verhältnissen am Leichtesten und
ftesten zu bewegen. Der Dickdarm ruht häufig ganz oder geräth in
verhältnißmäßig trägere Wurmbewegung. Die Harnblase zieht sich
eilen so sehr zusammen, daß der Urin ausgetrieben wird. Der Ma-
die Eileiter und die Gebärmutter verkürzen sich in den meisten Fällen
von selbst. Der Nahrungscanal der Frösche und der Fische wird in
Regel gar nicht oder höchstens nur in sehr geringem Grade von dem
Asse der Luft beunruhigt.

Einzelne chemische Reize scheinen die einfachen Fasern des Nah- 2411
schlauches der Säugethiere in geringerem Maaße, als mechanische
rüche anzuregen. Berührte ich z. B. Dünndarmstücke eines frisch ge-
ten Pferdes, die noch den Druck mit der Pincette lebhaft beantworte-
mit Essigsäure, Salpetersäure oder verdünnter Kalilösung, so blieb
auffallende lebendige Verkürzung aus. Diese Versuche gelingen schon
iner Zeit, in der noch die rothen Körpermuskeln einen hohen Grad
Empfänglichkeit besitzen.

Formenwechsel der einfachen Muskelfasern. — Der Ma- 2412
des Frosches eignet sich am Besten, um die auch hier vorkommenden
ckbiegungen der durchschnittenen Fasern (§. 2076 ffg.) zu beobachten.
mt man ein viereckiges Stück los und entfernt die Schleimhaut und
Bauchfell, so kann man oft die regelmäßigsten kniefórmigen Einknickun-
unter einer 27fachen Durchmesservergrößerung erblicken. Man findet
dieses Bild nicht in allen Präparaten. Untersuchte ich den Magen
Frosches, der zwei Tage vorher getödtet worden war, so ließen sich
Zickzacke an einzelnen Faserbündeln wahrnehmen.

Man kennt bis jetzt noch nicht die Formveränderungen, welche die 2413
ige Verkürzung dieser Gebilde begleiten. Da sich die einzelnen los-
en Stückchen der Muskelmasse nicht mehr zusammenzuziehen pflegen,
rden hier die Beobachtungen in hohem Grade erschwert.

Reizbarkeitsdauer der beiden Arten von Muskelfasern. 2414
s ergiebt sich aus dem früher (§ 2291 ffg.) Dargestellten von selbst, daß
Versuche, die man hier ohne die genauesten Vorsichtsmaßregeln an-
auf unsicheren Grundlagen fußen. Die Ergebnisse hängen nicht bloß
den geprüften Theilen, sondern von der Art des Anspruches ab.

Beobachtungen, welche diesen Umstand gebührend berücksichtigten, [illegible] noch gänzlich. Die in dem Folgenden angeführten Angaben können [illegible] als völlig sichere Normen nicht gelten.

2415 Nysten[1] fand, daß der Dickdarm enthaupteter Menschen seine [illegible] pfänglichkeit 45 bis 55 Minuten nach dem Tode verliert. Die [illegible] Gedärme bewahren sie im Allgemeinen etwas länger. Der Magen [illegible] noch später zu wirken auf. Die Harnblase verliert oft ihre Reizb[illegible] zu derselben Zeit, wie der Magen. Ihre Kräfte erhalten sich in der [illegible] mehr, als eine Stunde nach dem Tode. Die Thätigkeit der ein[illegible] Fasern würde hiernach ebenfalls früher, als die vielen rothen [illegible] §. 2289. schwinden.

Lopebus und Wilgenroth[2] versuchten, eine Mittelskale für einzelne [illegible] thiere, wie Kaninchen, Hunde und Katzen zu entwerfen. Ordnen wir ihre Bes[illegible] gen den Zeiten nach, so erhalten wir

Theil.	Reizbarkeitsdauer in Minuten.	Theil.	Reizbarkeitsdauer in Minuten.
Linke Herzkammer	16	Speiseröhre	44
Dickdarm	25	Muskeln des Rumpftheiles des Halses, die durch die Enthauptung getrennt wurden	45 bis [illegible]
Muskeln des Kopftheiles des Halses, die bei der Enthauptung durchschnitten wurden	26	Kaumuskeln	46
Linker Vorhof des Herzens	30	Zwerchfell	51
Antlitznerve allein	35	Gesichtsmuskeln	53
Dünndarm	35 bis 40	Rumpfmuskeln	60 bis 70
Antlitznerve nebst seinen entsprechenden Muskeln	40	Muskeln der Hinterbeine	70
Rechte Herzkammer	40	Muskeln der Vorderfüße	80 bis 90
		Rechte Herzkammer	85 bis 9[illegible]

Da hier häufig der Galvanismus als Reizmittel gebraucht wurde, so bestätigt [illegible] Tabelle wiederum, daß seine Wirkung in den einfachen Fasern früher als in den [illegible] gestreiften erlischt (§. 2362.).

Die Harnblase bot sehr unbeständige Erscheinungen dar. Sie zog sich aber [illegible] einer Katze unter dem Einflusse der Elektricität 34 und in einem Hunde 49 Min[illegible] nach dem Tode zusammen.

Die verschiedenen Reize ergaben für den Nahrungscanal:

Theil.	Reizbarkeitsdauer in Minuten.		
	Bloße Luft.	Mechanischer Anspruch.	Galvanismus.
Magen	—	15 bis 16	—
Dünndarm	15	20	25
Dickdarm	25	30	35 bis 40

[1] Nysten, a. a. O. p. 321.
[2] M. R. Wilgenroth, Pericula nonnulla in animalibus violenter necatis facta. B[illegible] lini, 1833, 8. p. 30. 32. 33.

sitive in dem Cardiastücke befand, so begann die Bewegung an diesem d schritt in entgegengesetzter Richtung weiter. Es kam aber auch zwei al vor, daß sich eine von der Berührungsstelle entfernte Gegend zuerst kürzte und daß sich die Veränderung in der Richtung von der negati- nach der positiven Elektrode verbreitete. Der Magen verengerte sich lich in anderen Versuchen gleichförmig.

Diese Thatsachen bestättigen von Neuem, daß die ursprüngliche Ur- 2409
che der Wurmbewegung nicht in entfernten Nervengebilden, sondern in ungleichen Erregbarkeit, in der allmähligen, fruchtbaren Anregung der ssen Muskelmasse selbst liegt (§. 2359.).

Dringt die Atmosphäre in die Unterleibshöhle eines getödteten 2410
ugethieres, so erregt sie die lebhafteste Peristaltik (Bd. I. §. 535.). Die nen Gedärme pflegen sich unter diesen Verhältnissen am Leichtesten und haftesten zu bewegen. Der Dickdarm ruht häufig ganz oder geräth in verhältnißmäßig trägere Wurmbewegung. Die Harnblase zieht sich weilen so sehr zusammen, daß der Urin ausgetrieben wird. Der Ma-, die Eileiter und die Gebärmutter verkürzen sich in den meisten Fällen t von selbst. Der Nahrungscanal der Frösche und der Fische wird in Regel gar nicht oder höchstens nur in sehr geringem Grade von dem fe der Luft beunruhigt.

Einzelne chemische Reize scheinen die einfachen Fasern des Nah- 2411
ngsschlauches der Säugethiere in geringerem Maaße, als mechanische prüche anzuregen. Berührte ich z. B. Dünndarmstücke eines frisch ge- teten Pferdes, die noch den Druck mit der Pincette lebhaft beantworte- , mit Essigsäure, Salpetersäure oder verdünnter Kalilösung, so blieb auffallende lebendige Verkürzung aus. Diese Versuche gelingen schon einer Zeit, in der noch die rothen Körpermuskeln einen hohen Grad Empfänglichkeit besitzen.

Formenwechsel der einfachen Muskelfasern. — Der Ma- 2412
des Frosches eignet sich am Besten, um die auch hier vorkommenden ckzackbiegungen der durchschnittenen Fasern (§. 2076 ffg.) zu beobachten. rennt man ein viereckiges Stück los und entfernt die Schleimhaut und das Bauchfell, so kann man oft die regelmäßigsten knieförmigen Einknickun- gen unter einer 27fachen Durchmesservergrößerung erblicken. Man findet aber dieses Bild nicht in allen Präparaten. Untersuchte ich den Magen eines Frosches, der zwei Tage vorher getödtet worden war, so ließen sich noch Zickzacke an einzelnen Faserbündeln wahrnehmen.

Man kennt bis jetzt noch nicht die Formveränderungen, welche die 2413
lebendige Verkürzung dieser Gebilde begleiten. Da sich die einzelnen los- gelösten Stückchen der Muskelmasse nicht mehr zusammenzuziehen pflegen, so werden hier die Beobachtungen in hohem Grade erschwert.

Reizbarkeitsdauer der beiden Arten von Muskelfasern. 2414
— Es ergiebt sich aus dem früher (§ 2291 ffg.) Dargestellten von selbst, daß alle Versuche, die man hier ohne die genauesten Vorsichtsmaßregeln an- stellt, auf unsicheren Grundlagen fußen. Die Ergebnisse hängen nicht bloß von den geprüften Theilen, sondern von der Art des Anspruches ab.

Stunden nach dem Tode, um 7½ Mill. gestiegen. Er sank erst 5 bis 6 Stunden ter tiefer hinab, befand sich aber noch nach 7 Stunden 3¼ Millimeter höher, dem vorigen Tage während der größten Erschlaffungszeit. Er ging in der Folge hinab und blieb immer tiefer bis 120 Stunden nach dem Tode. Die Todtenwiederholte sich also nicht zum zweiten Male.

Die Häute des gebrauchten Dünndarmstückes nahmen 61,21 C. C. Raum ein. Der mittlere Durchmesser der eingefügten Glasröhre glich 4 Millimeter.

2418 Regenbogenhaut. — Das Sehloch des Menschen, der Säugthiere und der Vögel ändert häufig seine Größe in wenigen Augenblicken. Es lag nahe, den von den Zuständen der Regenbogenhaut herrührenden Umfangswechsel von der Thätigkeit von Muskelfasern, die in dieser vorhanden sind, herzuleiten. Die Schwierigkeit, sie mit freiem Auge und selbst unter dem Mikroskope nachzuweisen, drängte oft diese Ansicht in den Hintergrund. Manche ältere und neuere Forscher[1]) vertheidigten vielmehr die Vorstellung, daß die Gestaltveränderungen nicht von der Wirkung von Muskelkräften, sondern von der wechselnden Füllung der Blutgefäße der Iris herrührten.

2419 Die anatomische Untersuchung lehrte, daß die Gewebe der Regenbogenhaut des Menschen und der Säugethiere von denen der Vögel wesentlich abweichen. Jene enthält einfache und diese gestreifte Muskelfasern. Der Unterschied drückt sich auch in den Verkürzungserscheinungen, die Weber[2]) zuerst beobachtete, aus.

2420 Entfernte ich die Augenlider einer enthaupteten Taube und legte die Dräthe des Magnetelektromotors an die Sklerotica dicht nach außen von dem Hornhautrande, so daß die Regenbogenhaut innerhalb des kürzesten Weges der elektrischen Strömung lag, so verkleinerte sich das Sehloch blitzähnlich. Es verharrte in dem hierdurch angenommenen Zustande, so lange der Galvanismus einwirkte. Schnitt ich die vordere Hälfte des Augapfels aus und berührte das äußerste Ende der Aderhaut mit den Leitungsdräthen, so wiederholten sich die gleichen Erscheinungen, die Krystalllinse mochte noch vorhanden sein oder nicht. Hört die Wirkung des Stromes auf, so findet man, daß das Sehloch nach kurzer Zeit erweitert ist.

2421 Sank die Reizbarkeit solcher Präparate, so veränderten sich nur einzelne Stücke der Regenbogenhaut unter dem Einflusse des Magnetelektromotors. Legte man die Dräthe an die Aderhaut, so daß der kürzeste Weg des Stromes einen unteren Abschnitt der Regenbogenhaut allein durchsetzte, so schoß nur dieser vor. Das Uebrige blieb ruhig. Das Sehloch nahm daher eine unregelmäßige Gestalt an. Trennte ich dagegen den Iris vollständig los, so glückte der Versuch nicht mehr. Es schien sich nur bei einem sehr reizbaren Präparate ein ausgebreiteter leiser Krampf, der die Pupille gleichmäßig verkleinerte, einzustellen.

2422 Die Regenbogenhaut der Säugethiere beantwortet ebenfalls mechanische oder galvanische Reize. Bedient man sich des elektrischen Stromes, so kann man sich mit Erfolg an die Nerven oder an die Regenbogenhaut

[1]) E. H. Weber, Tractatus de motu iridis. Lipsiae, 1821. 4. J. E. König, organis motum iridis perficientibus. Lipsiae, 1842. 4.

[2]) Ed. Weber, a. a. O. S. 31. 32.

nahme, daß die galvanischen Erregungen wirksamer, als die mechanischen
n mit den anderen früher (§. 2362 fgg.) erwähnten Erfahrungen in Wi-

tenstarre der Unterleibseingeweide. — Es läßt sich 2416
vermuthen, daß die einfachen Muskelfasern eben so gut, als
streiften in Todtenstarre verfallen. Die Därme fühlen sich ei-
nach dem Tode härter an. Koth und Urin gehen häufig von
, ohne daß die Zeit des Austrittes dieser Massen mit der der
ng der Schließmuskeln zusammenfiele. Die Gebärmutter entlee-
eben so bisweilen ihres Inhaltes einige Zeit nach dem Le-

diese Thatsachen mannigfach gedeutet werden können, so ist man 2417
Stande, sie zu sicheren Beweismitteln zu gebrauchen. Man muß
möglich, auf dem Wege der Messung zum Ziele zu gelangen
Die Beobachtung der Höhlenveränderung des Darmes liefert
s passendste Mittel. Verfolgt man ihren Wechsel mittelst einer
e, so findet man, daß das in dieser befindliche Wasser mit dem
er Todtenstarre nach und nach emporgetrieben wird, sich wäh-
Dauer derselben auf ihrer größten Höhe hält und später wie-
rückgeht. Wir haben daher hier ähnliche Verhältnisse, wie in
n Muskeln (§. 2297.).

g. 67. abgebildete Vorrichtung diente mir zur Verfolgung dieser Erscheinun-
gen. Ein Gefäß *a*, in dem ein schief stehendes Brett an-
gebracht ist, enthält unten eine gewisse Menge von Wasser
c. Das eine Ende des Darmstückes *d* wird fest zuge-
schnürt, das andere dagegen mit einer Röhre *e* in Verbin-
dung gebracht. Man gießt so lange laues Wasser ein, bis
der Darm strotzend gefüllt ist und die Flüssigkeit in einer
gewissen Höhe in *e* stehen bleibt. *d* kommt auf das Brett
b; die Röhre *e* dagegen muß durch eine passende Oeffnung
eines doppelten Deckels *f*, der *a* schließt, durchgeführt wer-
den, damit sie in allen Fällen senkrecht stehen bleibt. *f*
wird noch zuletzt mit feuchter Blase umbunden.

Fig. 67.

Da sich das Wasser *c* an dem Boden des Gefäßes *a*
befindet, so liegt der Darm in einem mit Wasserdampf ge-
sättigten Raume. Er kann nicht vertrocknen und sich in
Folge dessen verkleinern. Tritt die Todtenstarre ein, so
steigt die in *e* befindliche Flüssigkeit. Sie geht wiederum
später bedeutend hinab.

Ein anderer Umstand macht es unmöglich, die Größe
der Veränderung mit Genauigkeit zu finden. Die Wände
des Darmes haben einen um so größeren Druck auszuhal-
ten, je höher hinauf *e* mit Flüssigkeit gefüllt ist (Bd. I.
§. 994.). Ihre Spaltenräume können sich hierbei erwei-
schwitzt von Zeit zu Zeit Wasser durch und fällt in Tropfen ab. Es ist
ß auf diese Weise der ganze Versuch vereitelt zu werden vermag. Die Steig-
eswegen immer kleiner, als sie sollte, aus.
achte ich ein Stück des Dünndarmes eines Pferdes, das ¼ bis ½ Stunde
otet worden war, so zog es sich, während Gerber es vorbereitete, bedeutend
Die Flüssigkeitssäule sank fortwährend bis 7 Stunden nach dem Tode. Die
g nahm daher in dieser Zeit immer mehr zu. Der Spiegel änderte sich dage-
folgenden Stunden nicht mehr. Er war sogar am anderen Morgen, 24

bloß von Muskelkräften ausgeht, sondern daß sich auch hier die Un-
schiede der einfachen und der gestreiften Fasern deutlich kundgeben. Wi-
hält sich aber auch die Iris des Menschen und der Säugethiere wie
glatter Muskel, so dürfen wir nicht übersehen, daß ihre Lebensverhält-
manche Eigenthümlichkeiten darbieten.

2429 Man vermißt alle Erscheinungen, die als entschiedene wurmförm
Bewegung gedeutet werden könnten. Mechanische Reize wirken nach
Tode kräftiger, wenn sie die Nerven treffen. Der Einfluß des Lichtes
dert die Iris des Lebenden im Augenblicke. Man kann die Pu
plötzlich zur Verengerung bringen, wenn man sie mit der Staarnadel
lebenden Menschen oder Säugethieren oder unmittelbar nach dem Tode
rührt. Die Reizbarkeit schwindet in sehr ungleichen Maaße. Die Re
bogenhaut selbst verhält sich überhaupt, wo möglich, noch launen
als die einfachen Muskelhäute der größeren Unterleibseingeweide.

2430 Ausführungsgänge der absondernden Drüsen. — Gallengang (Bd. I. §. 1530.), der Ausführungsgang der Bauchspe
drüse (§. 1516.), der Harnleiter (§. 1558.) und der Samengang
sich in einzelnen Leichen von Säugethieren wurmförmig zusammen, s
ihre Massen oder die zu ihnen verlaufenden Nerven getroffen werden.
hängt aber von den Nebenverhältnissen ab, ob man diese Bewegungen hä
oder seltener beobachtet, ob sie mit größerer oder geringerer Lebhaft
zum Vorschein kommen.

2431 Nehme ich den Samenleiter aus, so bot mir kein Ausführungsg
einer Drüse so lebhafte und rasch dahin eilende Wellenbewegungen als
Harnleiter des Pferdes und des Kaninchens dar. Die Reizung des Ba
theiles des sympathischen Nerven hatte diese lebhafte Wirkung zur Folge
Sprach ihn Ludwig[2]) in dem Meerschweinchen und dem Hunde ört
an, so gelangte er zu ähnlichen Ergebnissen. Weber[3]) dagegen
merkte nur so träge Lebensäußerungen, daß er sie denen der Gallen
gleichstellt.

2432 Die Versuche, die man über die Reizbarkeit des Gallenganges ma
mißlingen in den meisten Fällen. Der örtliche Anspruch führt noch
Ganzen häufiger zu Verkürzungserscheinungen, als der der Nerven.
bemerkte jedoch einmal eine langsam nach dem Zwölffingerdarm fortsch
tende Muskelbewegung, wenn ich die Magengeflechte des Pferdes rei
Hatte Budge[4]) den linken gestreiften Körper einer Katze angespro
so sah er, wie sich der Gallengang eine halbe Minute auf- und
bewegte.

2433 Absonderungsbehälter. — Wir haben schon früher (Bd
§. 1560 fgg.) die Bewegungen der Harnblase, wie sie in den leben
Thieren zu Stande kommen, ausführlich betrachtet. Man kann auch

[1]) De functionibus nervorum. pag. 64.
[2]) Ludwig, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 639.
[3]) Ed. Weber, a. a. O. S. 39.
[4]) J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft II. Frankfurt a.
1842. S. 35.

t wenden. Die mechaniſchen Reize verſagen häufig in friſch getödteten
ren, ſeltener dagegen in lebenden Menſchen, Hunden oder Kaninchen
2429.). Es gelingt bisweilen in dem erſteren Falle, daß die Regen-
nhaut ihren Zuſtand plötzlich oder wenigſtens raſcher ändert. Galva-
e Reize pflegen langſamer einzuwirken. Man bemerkt erſt meiſt den
riff nach einiger Zeit und erſchließt ihn aus der wechſelnden Größe
Sehloches. Die einzelnen Acte der Verkürzung der Regenbogenhaut
hen aber dem freien Auge.

Manche Nebenumſtände erſchweren noch die Beobachtungen, die man 2423
er Iris der Säugethiere anſtellt. Die Pupille ändert ſich häufig nach
Tode von ſelbſt. Dieſe Erſcheinung kann in dem einen Auge vor-
nen und in dem zweiten des gleichen Geſchöpfes fehlen. Schneidet
den Augapfel heraus, ſo verkleinert ſich oft das Sehloch plötzlich.
rke Schläge des Magnetelektromotors ſind häufig nicht im Stande die-
Zuſtand zu ändern.

Drückt man den Stamm des gemeinſchaftlichen Augenmuskelnerven, 2424
Augenknoten oder die Ciliarnerven, ſo verengt ſich bisweilen das Seh-
in demſelben Augenblicke oder wenigſtens innerhalb einer verhältniß-
ig kurzen Zeit. Radclyffe Hall[1]) ſah ſogar, daß ſich die auf dieſe
eiſe verkleinerte und elliptiſch gewordene Pupille einer jungen Katze, ſo
ie die mechaniſche Einwirkung nachließ, von Neuem auf der Stelle er-
eiterte. Ich erinnere mich ebenfalls das Gleiche beobachtet zu haben.
ieſes Reſultat kommt jedoch nur in ſelteneren Fällen zum Vorſchein.

Ließ Weber[2]) den Strom der Rotationsmaſchine auf die Augen von 2425
aninchen, Katzen und Hunden wirken, ſo verengerte ſich zuerſt das Seh-
ch einen Augenblick. Es erweiterte ſich aber ſpäter und verharrte längere
it in dieſem Zuſtande. Die Pupille der Vögel dagegen bleibt unter dieſen
erhältniſſen verkleinert.

Tropft man eine Löſung von Bilſenkraut- oder Tollkirſchenextract in 2426
as Auge eines Menſchen oder eines Säugethieres, ſo findet man, daß
ch das Sehloch einige Zeit ſpäter erweitert hat. Die Regenbogenhaut
nn dann in günſtigen Fällen einen ſehr ſchmalen, kaum bemerkbaren
aum bilden. Dieſe Veränderung hält in der Regel lange an und ſchwin-
et ſpäter allmählig von ſelbſt.

Beobachtet man das Sehloch von Leichen, ſo ergiebt ſich, daß nicht 2427
ſtets ſeine Größe innerhalb bedeutender Grenzen ſchwankt. Wir finden
häufig einige Zeit nach dem Tode verengt und in der Folge wiederum
eitert. Es kommt hierbei vor, daß es elliptiſche oder andere unge-
öhnliche Geſtalten annimmt. Künftige Erfahrungen werden entſcheiden
üſſen, welche Rollen hierbei den Reizbarkeitserſcheinungen und welche der
odtenſtarre zukommen.

Die anatomiſchen und die phyſiologiſchen Verhältniſſe ſtimmen, wie 2428
an ſieht, darin überein, daß der Geſtaltwechſel der Regenbogenhaut nicht

[1]) Radclyffe Hall, in the Edinburgh Medical and Surgical Journal. April. 1846. 8. pag. 364.
[2]) Ed. Weber, a. a. O. S. 33.

bloß von Muskelkräften ausgeht, sondern daß sich auch hier di
schiede der einfachen und der gestreiften Fasern deutlich kundgebe
hält sich aber auch die Iris des Menschen und der Säugethiere
glatter Muskel, so dürfen wir nicht übersehen, daß ihre Lebensve
manche Eigenthümlichkeiten darbieten.

2429 Man vermißt alle Erscheinungen, die als entschiedene wur
Bewegung gedeutet werden könnten. Mechanische Reize wirken
Tode kräftiger, wenn sie die Nerven treffen. Der Einfluß des Li
dert die Iris des Lebenden im Augenblicke. Man kann die
plötzlich zur Verengerung bringen, wenn man sie mit der Staa
lebenden Menschen oder Säugethieren oder unmittelbar nach dem
rührt. Die Reizbarkeit schwindet in sehr ungleichen Maaße. Di
bogenhaut selbst verhält sich überhaupt, wo möglich, noch laur
als die einfachen Muskelhäute der größeren Unterleibseingeweide.

2430 Ausführungsgänge der absondernden Drüsen.
Gallengang (Bd. I. §. 1530.), der Ausführungsgang der Bauc
drüse (§. 1516.), der Harnleiter (§. 1558.) und der Samengar
sich in einzelnen Leichen von Säugethieren wurmförmig zusammen
ihre Massen oder die zu ihnen verlaufenden Nerven getroffen wer
hängt aber von den Nebenverhältnissen ab, ob man diese Bewegungen
oder seltener beobachtet, ob sie mit größerer oder geringerer Leb
zum Vorschein kommen.

2431 Nehme ich den Samenleiter aus, so bot mir kein Ausführ
einer Drüse so lebhafte und rasch dahin eilende Wellenbewegungen
Harnleiter des Pferdes und des Kaninchens dar. Die Reizung de
theiles des sympathischen Nerven hatte diese lebhafte Wirkung zur
Sprach ihn Ludwig[2]) in dem Meerschweinchen und dem Hun
an, so gelangte er zu ähnlichen Ergebnissen. Weber[3]) dag
merkte nur so träge Lebensäußerungen, daß er sie denen der G
gleichstellt.

2432 Die Versuche, die man über die Reizbarkeit des Gallengang
mißlingen in den meisten Fällen. Der örtliche Anspruch führt
Ganzen häufiger zu Verkürzungserscheinungen, als der der Nerv
bemerkte jedoch einmal eine langsam nach dem Zwölffingerdarm
tende Muskelbewegung, wenn ich die Magengeflechte des Pferd
Hatte Budge[4]) den linken gestreiften Körper einer Katze ang
so sah er, wie sich der Gallengang eine halbe Minute auf-
bewegte.

2433 Absonderungsbehälter. — Wir haben schon früher
§. 1560 fgg.) die Bewegungen der Harnblase, wie sie in den
Thieren zu Stande kommen, ausführlich betrachtet. Man kann

---

[1]) De functionibus nervorum. pag. 64.
[2]) Ludwig, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S.
[3]) Ed. Weber, a. a. O. S. 39.
[4]) J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft II. Frankf
1842. 8. S. 35.

ürzung dieses Theiles in frisch getödteten Geschöpfen mit Leichtigkeit
achten. Sie zieht sich hier häufig einige Zeit nach dem Tode von
zusammen, entleert einen großen Theil ihres Inhaltes und verwan-
sich in einen kleinen, zusammengeballten und festeren Körper. Künstliche
können dasselbe bewirken. Die Blase verkleinert sich hierbei nicht
gleichförmig. Man bemerkt aber auch häufig, daß die Verkürzung
einer Stelle ausgeht und sich allgemeiner verbreitet oder daß sich eine
ende Bewegung, die an die Peristaltik erinnert, an den Wänden des
ilters dahinzieht.

Die Gallenblase bietet keine so lebhafte Veränderungen dar. Lassen 2434
auch ihre einfachen Muskelfasern, z. B. im Rinde, unter dem Mikro-
entschieden nachweisen, so antworten sie doch nur in einzelnen außer-
öhnlichen Fällen. So oft ich auch die Gallenblase des Frosches me-
isch oder mit dem Magnetelektromotor reizte, so gelang es mir doch
irgend sichere Wirkungen zu erreichen. Die Beobachtungen mißlingen
h sehr häufig in den Säugethieren. Bestrich Weber[1]) die Gallenblase
n Hunden und Katzen mit den Leitungsdräthen des Rotationsapparates
wiederholten Malen der Quere nach, so bildete sich eine tiefe Ein-
nürung. Es kam mir einmal in einem Kaninchen vor, daß ich einen ent-
chiedenden Erfolg erreichte. Ich fand die Gallenblase des Thieres voll-
kommen entleert. Sie bildete einen schmalen zusammengefallenen und ab-
geplatteten Schlauch. Legte ich nun die Dräthe des Magnetelektromotors
an beide Enden derselben, so nahm das Ganze eine cylindrische Form an.
Es erzeugten sich bald mehrere Einschnürungen, die sich auf verschiedene
Längenabstände vertheilten. Der unmittelbar darauf geprüfte Gallengang
blieb vollkommen ruhig.

Luftröhre und Lungen. — Der drüsigte Bau der Athmungs- 2435
werkzeuge (Bd. I. §. 1204.) läßt schon erwarten, daß auch hier Verkürzungs-
erscheinungen an den größeren Luftgängen auftreten werden. Die mi-
kroskopische Beobachtung lehrt überdieß, daß einfache glatte Fasern in den
Wandungen der Luftröhre und der Bronchialverzweigungen vorkommen.

Betrachtete ich die Luftröhrenringe eines eben getödteten Kaninchens 2436
mit dem Vergrößerungsglase, so glaubte ich wahrzunehmen, daß sie ein-
ander entgegenrückten, wenn ein Gehilfe den Halstheil des herumschwei-
fenden Nerven gereizt hatte[2]). Derselbe Versuch gelang mir nicht am
Pferde. Longet[3]) bemerkte dagegen, daß die galvanische Reizung des
umschweifenden Nerven größerer Haussäugethiere eine Verkürzung der
Luftröhrenverzweigungen zur Folge hatte. Der hierbei herausgetriebene
Luftstrom kann sogar nach Volkmann[4]) eine Lichtflamme ausblasen.

Der schärfste Beweis rührt von Williams[5]) her. Dieser Forscher 2437

---

[1]) Ed. Weber, a. a. O. Seite 39.
[2]) De functionibus nervorum. pag. 50.
[3]) Longet, in l'Institut. 1842. Nro. 354. p. 315.
[4]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 586.
[5]) Williams, in dem Report on the tinth Meeting of the British Association for the Advancement of Science. London, 1841. 8. p. 411 — 421.

nahm die Lungen frisch getödteter Hunde aus dem Brustkasten heraus, brachte einen mit Wasser gefüllten Blutkraftmesser (Bd. I. §. 990.) in die Luftröhre und leitete einen starken galvanischen Strom durch die Athmungswerkzeuge. Der Flüssigkeitsspiegel der eingefügten Maaßvorrichtung schwankte dann bisweilen um 3 Centimeter. Die Reizbarkeit verging oft unmittelbar nach dem Tode. Sie kehrte jedoch später wieder und erhielt sich bisweilen noch eine Stunde lang. Wiederholte man aber die Reizung zu häufig, so erschöpfte sich die Empfänglichkeit binnen Kurzem. Hat das Thier einen Schlag auf das Hinterhaupt erhalten, ist es an Verblutung zu Grunde gegangen oder mit Stechapfel oder Tollkirsche vergiftet worden, so geht meist die lebendige Verkürzung der Lungen nach Williams auf der Stelle zu Grunde gehen. Führte eine Vergiftung mit Coniin oder Morphin den Tod herbei, so werde sie bedeutend geschwächt. Blausäure dagegen schade hier nicht. Man erhält übrigens kräftigere Wirkungen, wenn man die Lungen selbst, als wenn man den herumschweifenden Nerven anspricht.

2438 Dartos des Hodensackes. — Drückt man eine Hautstelle des Hodensackes zusammen, so bemerkt man bald darauf eine Reihe wühlenden Bewegungen, die an die Peristaltik des Darmes erinnern. Die Wellen verbreiten sich in einer bestimmten Richtung mit mäßiger Geschwindigkeit, gehen dann bisweilen wieder zurück und beginnen oft an der gereizten Stelle von Neuem. Schwächere Regungen können selbst durch äußere Veranlassung zu Stande kommen [1]).

2439 Die Kälte verkleinert und runzelt den Hodensack, die Wärme erschlafft ihn dagegen eher. Der Galvanismus blieb wenigstens in Jordan's Versuchen erfolglos.

2440 Man hat diese Erscheinungen dem Zellgewebe, das in der Dartos vorkommt, zugeschrieben. Sie und die Verhältnisse der Regenbogenhaut der Säugethiere bilden die Hauptgrundlagen der Lehre von dem contractilen Zellgewebe. Die mikroskopischen Untersuchungen und selbst das freie Auge können aber hier einfache Muskelfasern, von denen wahrscheinlich die Wirkung ausgeht, nachweisen [3]). Künftige Erfahrungen müssen noch bestimmen, ob nicht auch Spuren eines Zurückziehers des männlichen Gliedes (§. 2320.) in dem Menschen vorkommen.

2441 Lederhaut. — Viele Säugethiere besitzen einen eigenen Hautmuskel, der aus quergestreiften Fasern besteht. Der breite Halsmuskel (Platysma-myoides) des Menschen bildet einen örtlich beschränkten Ueberrest desselben.

2442 Die Lederhaut selbst verräth in manchen Fällen ein nicht unbedeutendes Verkürzungsvermögen. Einzelne Wundärzte geben an, daß sich die Haut stärker zurückzieht, wenn man das Glied eines lebenden Menschen, als wenn man das einer Leiche absetzt. Diese Erscheinung braucht nicht mit den lebendigen Bewegungen der Lederhautgewebe zusammenzuhängen. Die

---

[1]) Van Hasselt, in der Berliner allgemeinen medicinischen Centralzeitung. 1844. 4. Seite 354. 355.

[2]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. Bd. II. Coblenz, 1837. 8. S. 27.

[3]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. S. 787. Koelliker, a. a. O. S. 26.

ıstischen Eigenschaften derselben können sich nach dem Tode eben so gut
dern, als in den rothen Muskeln (vgl. Bd. I. §. 77.).

Die Verhältnisse der Gänsehaut führen zu entscheidenderen Belegen. 2443
as Tastgefühl verräth hier, daß die Oberfläche der Haut unebener, gleich-
n warziger geworden ist. Das Streuben der Haare, das nicht selten in
lge von Schreck oder von anderen Gemüthsbewegungen, durch Kälte
d vorzüglich unter dem Einflusse der Elektricität (Bd. I. §. 361.) zu
tande kommt, kann ebenfalls die selbstständige Lebensthätigkeit jener Ge-
de nachweisen. Es giebt Verhältnisse, unter denen sich die Brustwarze
s Mannes sowohl als der Frau aufzurichten vermag. Mechanische Reize
ken hier sehr leicht ein. Koelliker[1]) fand auch einfache Muskelfasern
der Brustwarze, dem Warzenhofe und in der Umgebung des oberen
eiles der Haarbälge und der Talgdrüsen.

Blutgefäße. — Die Betrachtung des Kreislaufes führte uns schon 2444
der Ueberzeugung, daß die Röhren, in denen das Blut fortgetrieben
rd, ihre Durchmesser selbstständig ändern können. Der Rauminhalt der
largefäße wechselt oft im Leben in wenigen Augenblicken. Diese Er-
heinung geht von nervösen oder von örtlichen Anregungen aus. Platte
t Kernen versehene Fasergebilde lassen sich auch in den Capillarwänden
t Sicherheit wahrnehmen.

Die Untersuchungen, die man aus ausgeschnittenen Theilen anstellt, 2445
hren zu keinen so entscheidenden Thatsachen. Brachte ich Abschnitte der
ngen oder der Schwimmhaut des Frosches unter das Mikroskop und ließ
n Strom des Magnetelektromotors durchgehen, so konnte ich keine sicheren
gebnisse erhalten. Wiederholte ich den Versuch an feinen, mit dem Dop-
messer bereiteten Durchschnitten der Froschnieren, so blieben auch die
inen arteriellen Knäuelröhren der Malpighischen Körper (Bd. I. §. 1557.)
verändert. Die Blutkörperchen schwankten zwar bisweilen. Es war
r unmöglich, irgend einen Durchmesserwechsel der Gefäßwände mit
herheit zu beobachten. E. H. und Ed. Weber[2]) fanden dasselbe, als
die feineren Gefäße des Gekröses des Frosches mit der Rotationsma-
ne prüften. Es versteht sich aber von selbst, daß Capillaren, deren
ut ausfließt und deren Inhalt auf diese Weise abnimmt, ihrer Nach-
bigkeit wegen schmaler werden.

Der Wechsel des Durchmessers der Capillaren muß daher gewisse 2446
dingungen, die bis jetzt noch gänzlich unbekannt sind, als wesentliche
ieder ihrer Thätigkeit voraussetzen. Die Schaamröthe, die Bläße der Haut,
den Aerger begleitet, lehren am Deutlichsten, daß hier sehr entfernte
rvengebilde in kurzer Zeit einwirken können.

Wir haben schon früher (Bd. I. §. 1038.) gesehen, daß sich oft die 2447
ößeren Schlagaderstämme getödteter Thiere bis zum Verschwinden ihres
ohlraumes verengern. Diese Erscheinung läßt sich im Ganzen eher mit

---

[1]) Koelliker, a. a. O. S. 25. 26.
[2]) E. H. und Ed. Weber, in dem Berichte über die Verhandlungen der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Leipzig, 1847. 8. S. 93.

den Verhältnissen der Todtenstarre als mit denen der lebendigen Verkürzung vergleichen. Man kann wenigstens nicht unzweifelhaft beweisen, daß die ihr zum Grunde liegenden Ursachen in allen Punkten mit denen, welche die früheren Lebensäußerungen verriethen, zusammenfallen. Legt man eine Schlagader in einem lebenden Säugethiere bloß, so bleibt sie meist unverändert. Es kann jedoch auch vorkommen, daß ihre Breite allmählig abnimmt. Die Kopfblutader verkleinert bisweilen ebenfalls ihren Durchmesser in solchen Fällen.

2448 Die Versuche, die man an den Hauptstämmen der Schlag- und Blutadern frisch getödteter Säugethiere anstellt, bleiben in der Regel ohne Erfolglos. Ist aber auch dieses nicht der Fall, so gelangt man doch nicht immer zu ganz entscheidenden Ergebnissen. Ich glaubte einige Male zu bemerken, daß sich die Aorta des Pferdes langsam verengerte, wenn ich die Brusttheile des sympathischen Nerven reizte. Sprach ich die Bauchknoten an, so verschmälerte sich nach und nach die untere Hohlvene in einem Falle und zwar, wie es schien, kräftiger, als die Aorta.

2449 Die Gefäße von mittlerer Größe eignen sich am Besten, um Reizversuche anzustellen. Die Schlagadern des Gekröses des Frosches verengern sich unter dem Einflusse des kalten Wassers (Bd. I. §. 1036.). Lieferten E. H. und Ed. Weber [1]) die Rotationsmaschine auf Gefäße der Art, deren Durchmesser $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{8}$ Millimeter glich, 5 bis 10 Secunden lang wirkte, so verkleinerte sich ihr Durchmesser um $\frac{1}{3}$, bevor eine Minute verstrichen war. Setzte man die Reizung länger fort, so nahm auch die Verengerung immer mehr zu, bis endlich der Blutstrom gänzlich unterbrochen wurde. Griff der elektrische Strom in mäßigem Grade ein, so behielt auch die Schlagader ihre frühere Thätigkeitsart bei. War aber dieses nicht der Fall, so zog sie sich nicht mehr bei wiederholter Reizung zusammen, sondern erweiterte sich bis auf das Doppelte des ursprünglichen Durchmessers. Der gereizte Theil bildete so eine Art von Pulsadergeschwulst, dessen Endstücke etwas enger, als früher, erschienen. Die Venen unterlagen ähnlichen Veränderungen. Diese griffen jedoch weniger durch und ließen sich auch nicht in allen Fällen mit Sicherheit wahrnehmen. Die magnetelektrische Reizung bewirkt überdieß noch, daß die festen Körperchen des Blutes an den Wänden leichter kleben bleiben. Der Kreislauf kann auf diese Weise nach und nach in Unordnung gerathen und vorzüglich in den Haargefäßen zu stocken beginnen.

2450 Saugadern. — Die Betrachtung der Einsaugung führte uns schon zu dem Schlusse, daß die Wände der Lymphgefäße ein selbstständiges Verkürzungsvermögen besitzen. Die Versuche aber, die man hierüber an frisch getödteten Thieren anstellt, stoßen auf dieselben Schwierigkeiten, welche die Blutgefäße darbieten.

2451 Man kann häufig die Bemerkung machen, daß die Milchgefäße des Gekröses, wenn sie unmittelbar nach dem letzten Athemzuge strotzend gefüllt waren, einige Zeit später ihren Inhalt verloren und ihre Durchmesser

[1]) E. H. und Ed. Weber, a. a. O. S. 92. 95.

ɔem Grade verkleinert haben. Diese Erfahrung beweiſt aber hier
o wenig, als die Verengerung der Blutgefäße, aus denen Blut aus-
en (§. 2445.), oder das Schwinden der Hohlräume der größeren
ɔadern (§. 2447.).

Galvaniſirte Joh. Müller [1]) den Milchbruſtgang einer Ziege, ſo 2452
ſich im Anfange keine Veränderung ein. Eine unbedeutende Ein-
ung kam aber ſpäter zu Stande. Legte ich in einem lebenden Pferde
großen Saugaderſtamm zwiſchen der Luftröhre und der Halsſchlag-
bloß, ſo nahm ſein Durchmeſſer in wenigen Minuten auffallend ab.
miſche Reize und der Gebrauch des kalten Waſſers führten zu keinen
chen Verkürzungserſcheinungen. Berührte ich aber das Gefäß mit
mäßig ſtarken Löſung von kauſtiſchem Kali, ſo verwandelte es ſich
ch in einen dünnen Faden. Rauchende Salzſäure wirkte in einem
n Verſuche in ähnlicher Weiſe. [illegible] Inhalt gerann aber hier zu-
zu einem weißen Rahme [2]).

Sehnen, Zellgewebe und [illegible]te Gebilde. — Die me- 2453
ſchen Beſtimmungen der Sehner[illegible]nder und der Bandſcheiben
rn es, daß dieſe Theile wie feſt[illegible]icht thätig ſind. Hätten ſie das
mögen beſeſſen, ſich raſch zu ve[illegible]zen, ſo würde dieſe Fähigkeit zu
cher Unſicherheit ihrer Wirkung g[illegible]t haben. Das nachgiebige Zell-
ebe bedurfte ebenfalls nicht eines beſonderen augenblicklich wechſelnden
rkürzungsvermögens.

Die Ernährungsverhältniſſe kön[illegible]ten hier manche Veränderungen, die 2454
ſig wahren Reizbarkeitserſcheinungen gleichgeſtellt wurden, einleiten.
r finden z. B., daß die Sehnen, die Bänder und die Aponeuroſen ver-
mmter oder unvollkommen ausgebildeter Körpertheile in übermäßigem
ade verkürzt ſind. Die bloße Durchſchneidung der Muskeln macht es
ht immer möglich, die Theile in ihre natürliche Lage zurückzuführen.
e Trennung der Aponeuroſen muß dieſe Bemühungen vervollſtändigen.
iſt noch nicht bekannt, in wiefern ſich die Molecularverhältniſſe der
dencylinder in dieſen krankhaften Ernährungszuſtänden verändert haben.

II. Allgemeine Mechanik der Bewegungswerkzeuge.

Active und paſſive Bewegungsorgane. — Zieht ſich ein 2455
uskel zuſammen, ſo kann er auf ſeine Nachbarſchaft in doppelter Weiſe
ken. Sind nicht mit ihm die Körper, die ſeine Veränderung bethei-
t, unmittelbar oder mittelbar verwachſen, ſo bemüht er ſich, ſie von
rm Orte mittelſt ſeines Druckes zu entfernen. Das Rohr des Nah-
gscanales ſucht auf dieſe Weiſe ſeinen Inhalt fortzuſchieben. Die
ließmuskeln beſeitigen die Lücke, die früher eine Oeffnung frei ließ.
dagegen der Muskel an einem beweglichen Theil angewachſen, ſo zieht
en die Verkürzung fort. Die Knochen folgen auf dieſe Weiſe dem
riebe, den ihnen die Muskelmaſſe mittheilt.

[1]) Joh. Müller, a. a. O. S. 220.
[2]) Repertorium. Band II. Seite 244.

2456 Ein und derselbe Muskel kann beiderlei Wirkungen zugleich üben. Die Verkürzung des Schläfenmuskels z. B. hebt die untere lade. Der Bissen, der zwischen den Zähnen liegt, wird auf dies gedrückt und verdrängt.

2457 Der Theil, dessen lebendige Verkürzung die Veränderung ein heißt das active, und der, welcher ihr gehorcht, das passive Beweg werkzeug. Die Untersuchung der Reizbarkeitserscheinungen ergab und sich gestreifte oder einfache Muskelfasern in allen Gebilden, die zu ersteren Klasse gehören, nachweisen lassen. Die Sehnen, die Bände Knochen, die Knorpel und die Haut sind die vorzüglichsten passiven wegungswerkzeuge unseres Körpers. Sollen sie die ihnen mitgeth Befehle pünktlich vollführen, so darf keine selbstständige Regung ihre kung stören (§. 2454.). Sie müssen vielmehr noch den nöthigen von Festigkeit oder Spannung besitzen, um die ihnen mitgetheilten auszuhalten und sie ungeschwächt aufzunehmen oder zu übertragen. Bewegungen leiden daher, so wie die Knochen erweichen oder die B erschlaffen.

2458 Passive Bewegungswerkzeuge. — Da alle stärkeren wirkungen festere Hebel voraussetzen, so bildet auch das Skelett die züglichste Grundlage, auf welche die meisten rothen Muskeln unsern per die Einflüsse ihrer Veränderungen übertragen. Sie heften sie die Knochen oder vielmehr an die Beinhaut derselben unmittelbar an sie gebrauchen die Sehnen und ähnliche straffe Gewebe als Zwi mittel ihrer Thätigkeit.

2459 Andere harte oder gespannte Theile können die Knochen e Eine große Reihe von Muskeln ist seinem Verlaufe nach genöthigt, pel oder straffe Faserbänder zu ihren Ansätzen zu benutzen. Viele keln des Zungenbeines und des Kehlkopfes [1]), des Rippenkorbes der Bauchdecken [3]) verbinden sich mit knorpeligen Massen. Die der langen Abtheilung des zweiköpfigen Armmuskels geht dur Schultergelenk, um die Gelenkfläche des Schulterblattes und die hi handene Knorpellippe aufzusuchen.

2460 Verläuft ein Theil der Muskelfasern zu straffen Bändern, nen diese die Knochen am Leichtesten ersetzen. Die meisten Nacke Rückenmuskeln bedienen sich auf diese Weise der benachbarten Band und Häute. Fasern des Kappenmuskels treten an das unvollkomme ckenband des Menschen. Das Ringband der Speiche [4]), der Sche gen [5]), das untere Hüft-Lendenband [6]) und das Ferse-Würfelband nen zu ähnlichen Zwecken.

---

[1]) Sternohyoideus, Sternothyreoideus, Hyothyreoideus, Thyreoarytaenoideus thyreoideus, Cricoarytaenoideus lateralis u. posticus, Arytaenoideus tran Reflector epiglottidis.

[2]) Pectoralis major, Pectoralis minor, Subclavius, Intercostales externi und Triangularis sterni u. s. w., Diaphragma.

[3]) Obliquus abdominis internus, Transversus abdominis, Rectus abdominis.

[4]) Supinator brevis u. Extensor carpi radialis brevis.

[5]) Transversus abdominis. [6]) Iliacus internus.

[7]) Flexor hallucis brevis u. Adductor hallucis.

Manche Muskeln der Gliedmaaßen entſpringen von ſehnigten Häuten, 2461
viſchen den Knochen wie in Rahmen ausgeſpannt ſind. Hierher gehören
zwiſchenknochenbänder des Vorderarmes [1]) und des Unterſchenkels [2]),
ie die Haut des Hüftbeinloches [3]). Dünnere Faſerhäute, die nur einer
ſen Anſpannung oder Befeſtigung fähig ſind, können ebenfalls als
angspunkte mittelſtarker Muskeln auftreten. Die Zwiſchenmuskelbän-
des Armes [4]) und die Beckenfascie [5]) mögen hierfür als Belege
n.

Die Binden und Bandmaſſen, welche größere Muskelgruppen einhül- 2462
liefern nicht ſelten Ausgangs- oder Endſtellen von Muskelwirkungen.
elne Muskeln entſpringen von der Ellenbogenbinde [6]), den Bändern
Aponeuroſen der Handwurzel [7]) oder der Oberſchenkelbinde [8]). Manche
ien, wie die Binde des Oberarmes [9]), des Oberſchenkels [10]) und der
dwurzel nebſt dem eigenthümlichen Handwurzelbande [11]) nehmen die
läufer von Muskeln oder Sehnen auf. Es werden hierdurch in
Regel nicht ſowohl die ohnedieß ſtraffen Binden ſtärker angeſpannt,
die Theile, die ſie feſt umſchließen, zu Geſammtbewegungen geführt.
r Vorderarm oder die Hand können ſo eher gebogen und der Ober-
nkel angezogen oder gedreht werden.

Größere und dünnere Häute, welche, wie die weiße Linie der Bauch- 2463
den [12]) viele ſehnigte und elaſtiſche Faſern enthalten, liefern auch noch
mehrere Angriffspunkte, ſo lange ſie nicht beiderſeitig oder auf andere
eiſe angeſpannt werden.

Die größeren Muskeln pflegen ihre Hauptwirkungen auf die feſteſten 2464
heile des Körpers, die Knochen, überzutragen. Sie verbinden ſich mit
en unmittelbar oder durch ſehnigte Zwiſchenglieder. Die Muskeln
n mittlerem und ſelbſt von kleinſtem Umfange [13]) haben ebenfalls oft
hnen an einem oder ſelbſt an beiden Enden.

Erreichen ſie keine bedeutende Dicke, ſo beſchränken ſich häufig nur 2465
e Wirkungen auf Knorpel, Faſerknorpel oder ſelbſt auf bloße aus Fa-
ylindern beſtehende Häute. Die Muskelmaſſen, die ſich an den Faſer-
pel des oberen Augenlides [14]), an die verſchiedenen Naſenknorpel [15]), die

---

Flexor digitorum communis profundus, Extensor pollicis brevis, Extensor indicis proprius und zum Theil der Abductor pollicis longus.

Tibialis anticus, Extensor digitorum pedis communis longus, Extensor hallucis longus, Tibialis posticus, Flexor communis digitorum pedis longus.

Obturator internus und zum Theil der Obturator externus.

Faſern des Coracobrachialis, Brachialis internus, Supinator longus, Extensor carpi radialis longus.

Levator ani.

Extensor carpi radialis brevis, Extensor communis digitorum manus.

Abductor pollicis brevis, Flexor brevis und Opponens digiti minimi.

Glutaeus maximus.

Ein Theil der Sehne des kurzen Kopfes des Biceps brachii.

Tensor fasciae latae, Sartorius.

Palmaris longus.

Obliqui, Transversus und zum Theil Pyramidalis abdominis.

Tensor tympani und Stapedius.

Levator palpebrae superioris.

Levator labii superioris alaeque nasi, Compressor nasi, Depressor septi narium mobilis, Orbicularis oris.

Ohrmuschel [1]) und den Kehlkopf anfügen, liefern vielfache Beispiel selbst kleinere Knorpel von besonderen Verkürzungsgebilden be werden. Diejenigen, die sich mit der Kopfhaube [2]), dem inneren lidbande und der hier befindlichen Commissur [3]), der harten Augen der Haut des Gesichtes [5]), des Halses [6]), des Dammes [7]) und der hand [8]), der Nachbarschaft der Schleimhäute der Zunge [9]), des Gaumens [10]) und des Schlundes [11]), den Gelenkkapseln des Ellenbo und des Kniees [13]), der Scheidenhaut des Hodens und des Sam ges [14]) und der Umhüllung der Schilddrüse [15]) verbinden, lehren, verschiedensten Weichgebilde der Herrschaft besonderer Verkürzung unterworfen werden.

2466 Wir haben früher (§. 2462.) gesehen, daß einzelne Muskel als Ursprungs- oder Anheftungsstellen von Muskeln gebraucht werd kommt häufig vor, daß mehrere Muskeln eine Sehne gemeinschaf nutzen. Es kann aber auch eine Muskelmasse von der Sehne ei deren Muskels ausgehen und sich so auf sie, wenn sie hinreiche cherheit gewährt, stützen. Die Spuhlwurmmuskeln der Hand st diesem Verhältnisse zu dem gemeinschaftlichen tiefen Finger- und Fußes zu dem langen allgemeinen Zehenbeuger.

2467 Manche quergestreifte Muskeln sollen nicht sowohl Hebel, mi sie in Verbindung stehen, fortziehen, als Hohlräume zusammendrück Oeffnungen schließen. Hierher gehören das Herz, die Verkürzung des Schlundes und der Speiseröhre, manche Muskeln der männli und der weiblichen Geschlechtswerkzeuge [17]) und die Schließmuske dem Auge, dem Munde und dem After dienen [18]).

2468 Diese Bestimmung, die nur einzelnen rothen Muskeln zukom det die Regel für die aus einfachen Fasern bestehenden Bewegung Der lange Abschnitt des Nahrungscanals, der sich von dem M zum After erstreckt, die Gallen- und die Harnblase, die Ausfü gänge der Drüsen stellen auf diese Weise Röhren dar, in denen jed ihrer Höhlung von den herumgehenden einfachen Muskelfasern ve

[1]) Adtollens, Adtrahens und Retrahentes auriculae. Major und Minor helic cus, Antitragicus, Transversus auriculae, Dilatator conchae.
[2]) Frontalis, Occipitalis, Adtollens auriculae.
[3]) Orbicularis oculi, Tensor tarsi.
[4]) Recti und Obliqui oculi.
[5]) Corrugator supercilii, Levator labii superioris alaeque nasi, Compressor n nodalis nasi, Depressor septi narium mobilis, Orbicularis oris, Levator la rioris proprius, Zygomaticus major und minor, Levator und Depressor an Risorius Santorini, Quadratus, Levator und Transversalis menti, Incisivi und Buccinator.
[6]) Platysmalliyoides. [7]) Sphincter ani externus. [8]) Palmaris brevis.
[9]) Linguales und mittelbar: Hyoglossus, Genioglossus und Styloglossus.
[10]) Levator und Circumduxus palati mollis, Glosso- und Pterygopalatinus.
[11]) Stylopharyngeus und zum Theil Buccinator. [12]) Subanconaeus.
[13]) Sartorius. [14]) Cremaster. [15]) Thyreoideus.
[16]) Bulbocavernosus, Ischiocavernosus, Constrictor urethrae membranaceae.
[17]) Constrictor cunni.
[18]) Orbicularis palpebrarum, Orbicularis oris und Sphincter ani externus.

=rden vermag. Die Regenbogenhaut verhält ſich wie ein häutiger
ließmuskel. Ein Verlauf, wie ihn die meiſten quergeſtreiften Faſern
gen, gehört hier zu den Seltenheiten. Nur der Zurückzieher des männ-
en Gliedes des Pferdes (§. 2320.) geſtattet in dieſer Hinſicht eine voll-
nenere Vergleichung.

Knorpel und Knochen. — Sie übernehmen zweierlei Haupt- 2469
len. Sie dienen als Behälter, die weichere und edlere Werkzeuge be-
ßen und liefern die Ausgangs- und die Endpunkte, welche die kräfti-
n Muskelwirkungen nöthig haben.

Die Knochenkapſel des Schädels bewahrt das Gehirn, und das hohle 2470
=tiv der Wirbelkörper das Rückenmark vor äußeren nachtheiligen Ein-
ſſen. Haben wir hier faſt vollſtändig geſchloſſene Knochenbehälter, ſo
ſern der Bruſtkorb und die Beckenhöhle Beiſpiele lückenhafterer Schutz-
ilde, die noch der Nebenhilfe ausgedehnterer Weichtheile bedürfen. Die
aſt kann ſich überdieß in ihren einzelnen Stücken verſchieben und die
irbelſäule biegen, während der Schädel und das Becken ihre einmal
gebenen Formen hartnäckiger behaupten.

Der größte Theil der Muskeln entſpringt von der Beinhaut, welche 2471
e Knochen unverrückbar umgiebt, und fügt ſich wieder mittelbar oder
mittelbar an andere Skelettgebilde. Der einfachſte Fall beſteht darin,
daß das Knochenſtück, von dem der Muskel ausgeht, ſeine einmal ange-
nommene Stellung für alle Zeiten beibehält. Es kann daher nur der Ort
des Theiles, der angegriffen wird, wechſeln. Der Heber des obern Au-
genlides, die geraden und ſchiefen Augenmuskeln, die meiſten Geſichts-
muskeln können uns dieſes Verhältniß verſinnlichen.

Hätte ſich die Natur an dieſe Einrichtungsweiſe überall gehalten, ſo 2472
hätte ſie einen großen Theil der Vielſeitigkeit und des möglichen Wech-
ſels der Muskelwirkungen aufgeben müſſen. Sie wählte daher meiſt eine
wankendere Grundlage, um ein höheres Ziel mittelſt einer freilich kunſt-
ileren Anordnung zu erreichen.

Die meiſten Skeletttheile, von denen Muskelwirkungen ausgehen, die 2473
o deshalb als feſte Punkte dienen müſſen, ſind ſelbſt beweglich. Sie
ſſen daher erſt in einem beſtimmten Grade feſtgeſtellt werden, damit
Muskeln einen Stützpunkt zu erhalten im Stande ſeien. Das Schul-
blatt verrückt ſich in mannigfacher Weiſe. Soll nun der Armheber
eltoideus) den Arm mit voller Gewalt nach außen hin in die Höhe
ren, ſo muß vorher das Schulterblatt durch eine gewiſſe Menge ſeiner
uskeln (Levator scapulae, Rhomboideus, Trapezius und zum Theil
leni) feſtgeſtellt ſein. Dieſe vorbereitenden Gebilde können aber ſelbſt
ihre ganze Kraft entwickeln, wenn ſie ihre hinreichend ſtarken Aus-
gspunkte an der Wirbelſäule finden. Dieſe muß daher durch ihre
rkürzungsgebilde (Splenius, Transversus colli, Sacrolumbaris, Longis-
aus dorsi, Spinalis, Semispinalis cervicis und dorsi, Interspinales,
ultifidi spinae) in einer beſtimmten Lage erhalten werden.

Da auf ſolche Weiſe der Befeſtigungsgrad von der Thätigkeit ver- 2474
rzbarer Maſſen abhängt, ſo kann er ſich auch nach Bedürfniß erhöhen

und erniedrigen. Der Theil selbst, der als Ausgangspunkt dien
überdieß verschiedene Stellungen dauernd zu bewahren. Die g
richtung gewinnt also einen hohen Grad von Selbstständigkeit.

2475 Die Labilität derselben bietet noch einen zweiten Vortheil
obere gerade Augenmuskel ist nur im Stande, auf den Augapf
ken. Die Knochenwand der Augenhöhle dagegen zieht aus ihm
sten Lage wegen, keinen Nutzen. Entspringt dagegen der Un
blattmuskel von der Vordekfläche des Schulterblattes und setzt
den kleinen Höcker des Oberarmes und an dessen absteigenden
so wird eine doppelte Wirkung möglich. Geht sie von dem Sch
aus, so vermag sich der Oberarm nach innen zu rollen. Ist d
gen befestigt, so wird das Schulterblatt fortgezogen werden.

2476 Wir haben daher hier labile Bedingungen und labile Fo
späteren Betrachtungen werden uns noch Beispiele vorführen,
hierdurch die Thätigkeit selbst ihrer Natur nach geändert und
in einfacher Weise umgetauscht wird. Die Vertheilung der Kr
auf eine Reihe beweglicher Stücke wird so zur fruchtbarsten
vielseitigsten und zweckmäßigsten Ortsveränderungen.

2477 Die Knorpel, welche die Rollen von Hebeln unmittelbar i
(§. 2459.) und die, welche die Gelenkoberflächen der Knochen
besitzen keine größeren Hohlräume. Sie können daher als dich
die nur einzelne mikroskopische Lücken darbieten und höchster
von Gefäßcanälen durchzogen sind, betrachtet werden. Die Kn
chen hiervon wesentlich ab. Höhlungen, die in der dichten
Schwächsten und in dem schwammigen Marke am Stärksten enth
durchsetzen das Ganze. Sie enthalten die Markhaut, Gefäß
und vorzüglich Fett und elastisch flüssige Stoffe.

2478 Die durchschnittliche Eigenschwere des ächten Knorpels gle
und die der gepulverten Knochensubstanz 1,8477. 1 Cubikcen
dieser ist also 1,8 oder beinahe doppelt so schwer, als 1 C.
Sind aber die Hohlräume, die ein Knochen besitzt, mit Fett,
Wasserdämpfen gefüllt, so wird hierdurch das Gewicht des glei
inhaltes beträchtlich vermindert. Die mittlere Eigenschwere
noch von seiner Beinhaut überzogenen Knochens geht daher a
auf 1,2 bis 1,5 zurück. Die Natur höhlt also die schwersten
Körpers aus, um verhältnißmäßig an Umfang zu gewinnen o
wicht zu ersparen.

2479 Die beiden veränderlichen Größen, die dichte und die s
Knochenmasse können den Bedürfnissen nach in jedem beliebig
nisse wechseln. Der bloße Anblick führt schon häufig zur Erk
hier eingreifenden Unterschiede. Die meisten würfelförmige
enthalten mehr Mark, als Rinde. Das härteste Gebilde unser
das Felsenbein, zeichnet sich eher durch die Dichtigkeit seiner

2480 Es ist nicht möglich, die gegenseitigen Verhältnisse der be
standzen, die ein Knochen enthält, auf dem Wege der Messung
men. Andere Verfahrungsarten können höchstens ungefähre Unt

für einzelne Knochen möglich machen. Die Eigenschwere eines schwammigten Theiles wird kleiner als die eines dichten ausfallen. Wollte man daher jeden Knochen eines Skelettes pulvern und das specifische Gewicht des Ganzen bestimmen, so würden die dichten Skelettmassen höhere Werthe, als die markreichen liefern. Eine solche Skale könnte aber noch zu keiner vollkommenen Uebersicht führen, weil die schweren Aschenbestandtheile in ungleichen Mengen vorhanden sind.

Viele Chemiker haben die Mengen der feuerflüchtigen Bestandtheile 2481
der verschiedenen Knochen vergleichend untersucht. Bedenkt man, daß man in solchen Fällen Proben des Pulvers zu veraschen pflegt, so könnte man noch keine sicheren Vergleichzahlen erhalten, wenn man selbst die Mengen der Aschen auf den Rauminhalt der frischen Knochen beziehen wollte. Man vermag höchstens zu behaupten, daß im Allgemeinen sehr dichte Knochen mehr und schwammigte weniger Asche führen. Die Wirbel des Erwachsenen enthalten z. B. nach Frerichs 60,5, die Kniescheibe 63,7, das Brustbein 64,7, die Rippen 65,3, die Metatarsusknochen 65,9, das Schienbein 66,2, das Wadenbein 66,5, die Speiche 66,3, das Oberarmbein 68,3 und der Unterkiefer 68%. Die Scheitelbeine endlich haben 68,5 und die Felsenbeine sogar 70,2%.

Diese Reihenfolge führt schon zu der Vermuthung, daß die dichte 2482
Knochenmasse einen doppelten Vortheil genießen wird. 1 Cubikcentimeter derselben enthält mehr Knochenmasse und 1 Grm. führt eine größere Menge von Asche, als die schwammigte Knochensubstanz. Die härtere Verbindung häuft sich hier nicht bloß stärker an, sondern die Legirung selbst (Bd. I. §. 47.) erreicht zugleich eine größere Höhe.

Die Erfahrung bestättigt diesen Schluß. Die gesunde Markmasse des Schienbeines eines 38jährigen Mannes gab nur 58,8%, die Rindensubstanz dagegen 59,3 bis 64,6% Asche [1]). Bibra [2]) erhielt 64,2% für das Mark und 68,5% für die Rinde des Oberschenkels eines 58jährigen Mannes. Unsere beiderseitigen Erfahrungen stimmen auch darin überein, daß die dichte Knochensubstanz mehr phosphorsauere und die schwammigte mehr kohlensauere Kalkerde führt.

Die Möglichkeit, umfangreiche und doch nicht zu schwere Knochen her- 2483
zustellen, bildet einen der auffallendsten Vortheile, welche die Anwesenheit des lockeren Markgewebes gewährt. Die Muskeln und die Sehnen können sich daher über ausgedehntere Flächen verbreiten; ihre Fasern sind im Stande, sich in größeren Mengen anzufügen. Es geht weniger Kraft verloren, um die leichter gemachten Hebel von ihrem Orte zu entfernen.

Die ursprüngliche Natur der Massen, die Hohlräume des Markes 2484
und die Formen des Ganzen begünstigen wesentlich die Festigkeitsverhältnisse der Knochen. Die absolute, die relative und die rückwirkende Festigkeit erfreuen sich hier eigenthümlicher Förderungsmittel.

---

[1]) Repertorium. Bd. III. S. 300.
[2]) Scherer, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht. Bd. I. Erlangen, 1845. 4. Seite 148.

2485 Wir haben früher (Bd. I. §. 60.) gesehen, daß die absolute Festigk
von der Größe des Querschnittes und der Beschaffenheit des Körpers
hängt. Ein roher Seidenfaden, dessen Querschnitt einem Quadratmillime
Band I. Anhang Nr. 5. gleicht, reißt unter 28,05 und ein Eisendrath von derselben Dicke un
76,22 Kilogr. Belastung.

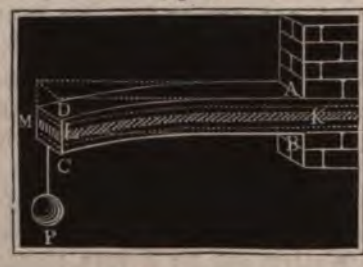
Die Schwere des gebrauchten Körpers kann das Gewicht, das so
an dem einen Ende desselben thätig ist, ersetzen. Erreicht ein Faden e
solche Länge, daß sein Gewicht das Maaß der absoluten Festigkeit üb
schreitet, so reißt er von selbst durch. Diese Grenze wird nun aber
so eher eintreten, je größer die Eigenschwere ist. Wächst sie in höhe
Grade, als die absolute Festigkeit, so muß schon der Körper seinen
sammenhang bei einer geringeren Länge aufgeben.

Wir fanden (Bd. I. §. 62.), daß ein Seidenfaden, dessen Eigenschw
= 1 gesetzt wird, bei 28050 Meter Länge unter den obigen Verhältni
reißen würde. Nimmt man die Eigenschwere des Eisendrathes zu 7,5
so würden hier schon 10163 Meter hinreichen, die gleiche Wirkung her
zuführen. Der Eisendrath ist zwar absolut fester, als die Seide; er s
ihr aber in dem eben betrachteten verwickelten Verhältnisse nach.

Die absolute Festigkeit der Knochen kann im Durchschnitt zu 37
Kilogr. für 1 Millimeter Querschnitt angeschlagen werden (Bd. I. §. 6
Legen wir 1,35 als mittlere Eigenschwere zum Grunde (§. 2388.),
erhalten wir 28081 Meter Länge. Die Knochenmasse steht mithin
Band I. Anhang Nr. 5. Allgemeinen der rohen Seide nicht nach und kann sogar die Festigkeit v
Seidenschnüren in ihren Maximalwerthen (Bd. I. §. 60.) übertreffen.

2486 Ist ein biegsamer Körper $ABCD$ Fig. 68. an einem Ende AB b

Fig. 68.



festigt und an dem anderen mit ein
Gewichte P beschwert, so daß die
winkelrecht zu seiner Längenachse wir
so wird die relative Festigkeit in A
spruch genommen. Denken wir u
ein Mensch stütze seinen Ellenbogen
den Tisch, während ein Gewicht
einer Stelle seines freigehaltenen
derarmes ruht, so haben wir ähn
Verhältnisse. Diese Art von Fest
kommt auch bei vielen Knochenverletzungen in Betracht. Wird sie
schritten, so bricht die Masse an einer zwischen AB und CD befind
Stelle ab.

2487 Denken wir uns, die biegsame Masse $ABCD$ Fig. 69. sei in
befestigt und in CD mit S beschwert, so wird die rückwirkende Festi
entgegenarbeiten müssen. Die Masse muß zerdrückt oder zerknickt wer
sobald der Eingriff ihr Widerstandsmaaß überschreitet. Stehen wir
einem Beine, so haben die Knochen desselben die Last des übrigen Körp
ähnlich wie AB das Gewicht von S auszuhalten.

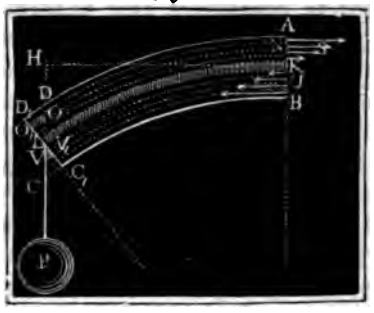
2488 Krümmt sich auf diese Weise ein prismatischer Körper ABC_1
Fig. 70., so verlängern sich die Schichten AD zu AD_1 und NO zu N

UV zu UV_1 und BC zu BC_1 verkürzt. Eine zwiſchen ihnen
ge KL dagegen bleibt bei ihrer früheren Ausdehnung. Man
neutrale Achſe. Die Krümmung, die ſie darbietet, heißt die
ɛ.

m, welche die neutrale Achſe annimmt, wechſelt nicht bloß 2489
chiedenheit der Gewichte, der Durchmeſſer und der Beſchaffen-
ɔer, ſondern auch mit der Art, wie die Kraft die Achſen an-
weicht daher in dem Fig. 69. gezeichneten Falle von dem

69.

Fig. 70.



ɟeſtellten ab, weil dort die idealen Hebelarme der Kraft P
ſciſſe KH Fig. 69., hier dagegen durch die Ordinate KH
ɟeſtellt werden.

aftmoment bildet das Product der Kraft und des für einen 2490
uerſchnitt gültigen Hebelarmes; das Biegungsmoment dagegen
tmomentes und des Krümmungshalbmeſſers, der zu dem ein-
gehört. Dieſes wächſt aber mit dem Querſchnitte und dem
Entfernung von der neutralen Achſe[1]). Ein hohler Cylin-
r ein größeres Biegungsmoment, als ein dünnerer und ſolider,
ɔiel Maſſe als jener enthält; ein hoher prismatiſcher Körper
ɔeres, als ein niederer. Die Feſtigkeit ſtößt auf günſtigere
in jenem, als in dieſem Falle.

wir uns, die gleichen Mengen derſelben Maſſe werden zu 2491
n gleicher Länge verarbeitet; der eine ſei aber gleichförmig
andere ſolid, ſo wird natürlich dieſer einen kleineren Durch-
n. Betrüge z. B. der Halbmeſſer des hohlen 10 und der
ng 8 Centimeter, ſo müßte der Radius des zweiten, aber Anhang Nr. 101.
ɔers 6 Centimeter meſſen. Seine ſeitliche Oberfläche verhielte
der des hohlen Cylinders = 3 : 5; ſeine rückwirkende Feſtig-
= 1 : 4,56. Dieſe befindet ſich daher im Vortheil.

ht leicht, daß ſich der allgemeine Theil dieſes Schluſſes auf 2492

---

ach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik. Theil I. Braun-
45. 8. S. 199.

die Knochen anwenden läßt. Die berechnete Vertheilung der Markhöhl muß verhältnißmäßig die relative und die rückwirkende Festigkeit erhöh Fehlte sie, so hätten die soliden Knochen schwächer oder massiger u schwerer ausfallen müssen[1].

2493 Die netzförmige Anordnung der Knochenbalken des Markes steht wissermaßen in der Mitte zwischen der vollkommenen Dichtigkeit und fortlaufenden Höhlenbildung. Es kann unter diesen Umständen die Ri verhältnißmäßig dünner werden, als wenn Alles von einer großen einfachen Höhle durchsetzt würde. Da sie überdieß eine stärkere Legir als das Mark besitzt (§. 2482.), so vermag auch dieses Verhältni Festigkeit zu begünstigen oder Massenersparnisse möglich zu machen.

2494 Der Grad, in dem sich der Knochenknorpel mit den Aschenbest theilen verbindet, bestimmt es, ob das Ganze biegsamer, fester oder s der wird. Die verschiedenen Mengen von feuerflüchtigen Bestandthei mit welchen die einzelnen Skelettstücke versehen sind, hängen vermuth hiermit zusammen. Wir haben aber schon früher (Bd. I. §. 49.) gesch welche störenden Folgen die Trübung dieser gegenseitigen glücklichen V bindung unter krankhaften Zuständen nach sich zieht.

2495 Die Knochen dehnen sich nach Wertheim[2]) in gleichem Verhältn mit den an ihnen ziehenden Gewichten aus, während die Weichgebilde thierischen Körpers eine solche Gleichförmigkeit nicht darbieten. Die Elas theile stimmen daher eher in dieser Hinsicht mit den unorganischen Ma und den Hölzern, als mit den weichen thierischen Geweben überein.

2496 Je genauer wir die Mechanik eines Theiles durchschauen, um mehr überzeugen wir uns, daß seine Gestalt der Schönheit und dem Au seines Aeußeren auf das Vollkommenste entspricht. Die Lücken unse Erkenntniß hindern aber häufig, alle Verhältnisse genügend zu erläuter

2497 Die meisten Knochen haben unebene und zwar größtentheils cu Oberflächen. Es wird hierdurch häufig an Rauminhalt gespart und wirksamer Fläche gewonnen.

2498 Platte Knochen beschützen umfangreichere Hohlräume oder nützen ihre größeren Oberflächen und die hierdurch mögliche Vermehrung Muskelansätze. Die Schädelknochen und das Brustbein können den er und das Schulterblatt den zweiten Fall anschaulich machen. Bei Verhältnisse verbinden sich z. B. in den Darmbeinen.

2499 Haben diese Gebilde eine größere Festigkeit nöthig, so nimmt zur ihre Dicke zu. Der Vergleich der meisten Gesichtsknochen mit dener Schädeldecke kann uns dieses am Besten versinnlichen. Eine bedeuten Menge von Mark oder von Rinde bildet ein zweites Verbesserungsm Das Brustbein und das Scheitelbein unterscheiden sich z. B. in dieser Hi von den meisten übrigen Knochen des Skelettes. Es ist endlich noch mö daß die Legirung selbst nachzuhelfen im Stande ist.

---

[1]) Vergl. auch J. Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen mit Rücksic physiologische Begründung und praktische Anwendung. Prag, 1846. 8. S. 1

[2]) Wertheim, in l'Institut. Nro. 678. Paris, 1846. p. 435.

ochen, in denen der Längendurchmesser vorherrscht, können platt 2500
nd sein, oder Mittelformen darbieten. Die Rippen des Menschen
sich durch ihre Abplattung und das Schenkelbein oder das Ober-
durch seinen fast runden Querschnitt aus. Die meisten Knochen
:derarmes und des Unterschenkels haben scharfe Kanten neben den
ndlichen Begrenzungen. Die einzelnen Gestalten hängen hier vor-
se von der Natur der Verkürzungsgebilde, die sie beherrschen und
elwirkungen, welche die Knochen selbst zu vollführen haben, ab.
stigkeitsgrade treten in dieser Hinsicht verhältnißmäßig zurück.
eletttheile halten die Angriffe, die sie gewöhnlich treffen, aus und
elbst einen bedeutenden Widerstand außerordentlichen Einflüssen.
e Knochen bricht aber oft leichter, als der andere, weil ihn seine
Bestimmung schwächer und angreifbarer macht.

: relative Festigkeit eines parallelipipedischen Balkens hängt nicht 2501
jem Grade von allen Durchmessern ab. Sie steht in geradem
nisse zur Breite, in quadratischem zur Höhe und in einfachem um- Band I. Anhang Nr. 27.
n Verhältnisse zur Länge. Sie wächst eben so in einem Cylinder
dritten Potenz des Halbmessers und sinkt mit der Länge[1]). Aehn-
scheinungen wiederholen sich für die rückwirkende Festigkeit. Die Band I. Anhang Nr. 28.
arallelipipedes wächst mit der Breite und dem Cubus der Dicke
: kleineren Dimension des Querschnittes. Sie sinkt mit dem Qua-
r Länge. Das Biquadrat des Durchmessers und das Quadrat der
reten als Bestimmungsglieder eines Cylinders hervor[2]). Es wird
in jedem Falle eine größere Verlängerung mittelst einer verhältniß-
geringeren Erhöhung eines oder aller Querdurchmesser ausgeglichen
können.

: Wachsthumserscheinungen der Röhrenknochen berücksichtigen ver- 2502
diese Gesetze. Nehmen die Größe und die Schwere der Belastungs-
zu, so kann schon verhältnißmäßig eine untergeordnete Dicken-
ung dem Bedürfnisse genügen. Es versteht sich von selbst, daß
irung der Masse die mechanischen Verhältnisse zu begünstigen

: Wirbelkörper und die meisten Knochen der Hand- und der Fuß- 2503
nähern sich mehr oder minder der Würfelform. Ihre Länge tritt
ißmäßig zurück und die Größen ihrer Querseiten nähern sich wech-
Die Wirbelsäule des Menschen bildet auf diese Art ein Stativ,
einer gewissen Menge einzelner Klotzstücke besteht. Die Hand-
Fußwurzel wiederholt die gleiche Art der Zusammenfügung. Sie
zunächst den Vortheil, daß die einzelnen Knochen, sofern sie nicht
andmassen gehemmt werden, Bewegungen gestatten. Das Ganze
f diese Weise nachgiebiger, als wenn es aus einem Gusse aus
eren Knochenmasse geformt worden wäre.

W. von Langsdorf, Lehrbuch der Elementarmechanik. Stuttgart, 1845. 8.
e 149 — 151.
Weißbach, a. a. O. Thl. I. Seite 234.

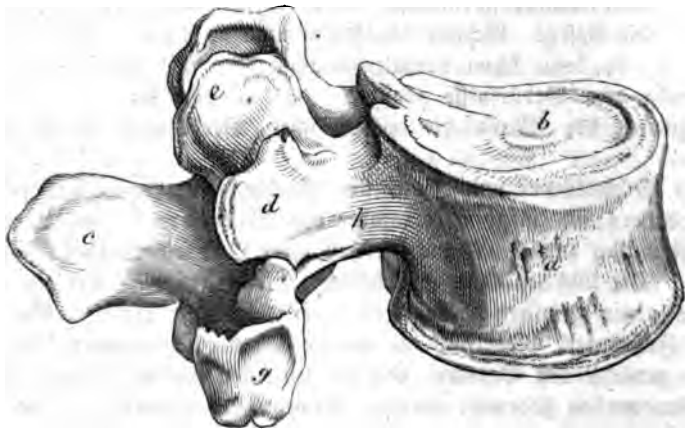
2504 Die Nebenbedingungen bestimmen auch hier die Gestalt in hö Grade. Die Fußwurzelknochen, auf denen größere Lasten ruhen, erh deshalb mehr Masse. Das Sprungbein und das Fersenbein genießen sen Vortheil am Meisten. Jenes verlängert sich nach vorn in seinen H und Kopf, um sich mit dem Schiffbeine zu verbinden. Das Fersen dagegen, das oft die Rolle eines zweiarmigen Hebels übernehmen zieht sich nach hinten bedeutend aus und muß die reinere würfelähn Form aufgeben.

2505 Die Endtheile der langen Röhrenknochen schwellen kugelig an. Gelenkflächen erinnern dabei im Schulter- und Hüftgelenke an grö Kugelabschnitte, oder an ausgedehntere Stücke anderer Umdrehungsflä Sie sind dagegen flacher an dem oberen Ende der Speiche, dem un des Ellenbogenbeines und zum Theil dem Köpfchen des Wadenbei Mehr dreikantige Gestalten finden sich im Ganzen an dem unteren E der Speiche, dem oberen des Ellenbogenbeines, dem Schienbeine und Theil dem Wadenbeine. Das untere Gelenkstück des Oberschenkels das obere des Schienbeines ist von vorn nach hinten zusammengedr Denken wir uns dieses fortgesetzt, so gelangen wir zu den Gestalten platten Knochen.

2506 Diese und viele andere Formeigenthümlichkeiten der Knochen gewä mehrere mechanische Vortheile, die entweder die Bewegung vergrö und erleichtern, oder andere durch die Nebenverhältnisse bedingte Ue stände ausgleichen.

Die über einander geschichteten Wirbel werden um so sicherer ru je größere Oberflächen *b* Fig. 71. zu ihren wechselseitigen Grundlagen

Fig. 71.



nen. Kann aber schon dem erforderlichen Festigkeitsmaaße genügt we wenn selbst nicht jedes Klotzstück überall denselben Querschnitt, wi den Endflächen hat, so dürfen sich die Mitteltheile *a* bis zu einem gew Grade ohne Schaden aushöhlen. Es wird hierdurch an Knochen gespart und an freier Oberfläche, die anderen Geweben zum Ansa

rm vermag, gewonnen, weil die Aushöhlungsfläche größer, als eine
rechende gerade Ebene ist. Eine Ausbauchung des Mittelstückes *a*
ährt auch den letzteren Vortheil. Soll aber dann keine Masse vergeu-
werden, so müssen die Höhlungen ausgleichend eingreifen (§. 2479.).

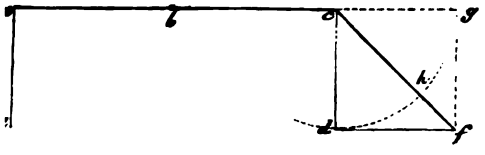
Die größere Ausdehnung der Gelenkflächen, welche durch die An- 2507
rellung der Gelenkenden bedingt ist, macht es möglich, daß sich ein Kno-
n mit mehreren anderen verbindet. Der Oberarm kann sich z. B. auf
fe Weise mit der Speiche und dem Ellenbogenbeine vereinigen. Sie
en überdieß, wo es nöthig wird, breitere Unterlagen.

Wir werden in der Folge sehen, daß die Natur viele mechanische 2508
richtungen herstellt und selbst Muskelkraft in reichlichem Maaße opfert,
r nur die Größe der Hebelbewegungen der Knochen zu begünstigen. Die
schwellungen, welche viele Skeletttheile darbieten, dienen ähnlichen
ecken.

Vergrößern die Gelenkköpfe die Oberfläche, an der die Knochen an 2509
nder hingleiten, so können sie auch ausgedehntere Bögen beschreiben.
e Kraft der Muskeln wird dann nicht durch die Schmalheit der beweg-
en Flächen beschränkt.

Greift eine Gewalt ihren Hebelarm rechtwinkelig an, so findet ihre 2510
kung die günstigsten Bedingungen. Schiefe Winkel dagegen verzehren
r einen Theil des Erfolges, der in einer bestimmten einseitigen Rich-
g zu Stande kommen soll. Nehmen wir an, *ac* Fig. 72. sei ein gerad-

Fig. 72.



linigter gleicharmiger He-
bel, z. B. der Balken einer
gewöhnlichen Wage und *b*
der Unterstützungspunkt.
Eine Kraftgröße *ae* greift
ihn in *a* rechtwinkelig, eine
zweite größere *cf* dagegen
r dem stumpfen Winkel *bcf* an, so können wir diese dem Parallelo-
mm der Kräfte gemäß in zwei Wirkungen *cg* und *cd* zerlegen.

Sind *ae* und *cd* parallel, so müssen *dcb*, *fgc* und *gcd* rechte Win-
und *cg* die Verlängerung von *bc* sein. Die Kraft *cf* wirkt aber eben
als wenn sie den Punkt *c* von *c* nach *d* mit der Größe *cd* und von
ch *g* mit der *cg* ziehen würde. Die Bewegung, die in der Richtung
c nach *g* erfolgen kann, ist für die von *c* nach *d* oder von *a* nach *e*
hgültig. Die schiefe Kraft *cf* vermag daher nur in dieser Hinsicht
dem Werthe *cd* zu arbeiten. Da aber *cdf* ein rechtwinkeliges Dreieck
so muß die Hypothenuse *cf* um *hf* größer, als die eine Kathete
$= ch$ sein. Der schiefe Angriff erzeugt daher einen verhältnißmäßigen
verlust in einer einseitigen Richtung.

Denken wir uns, dieselbe Kraftgröße griffe zu verschiedenen Malen
r Winkeln von 30°, 60°, 90°, 120° und 150° an, so würden sich die Anhang Nr. 102.
lüsse dieser Züge, wie 0,50 : 0,87 : 1,00 : 0,87 : 0,50 verhalten.
n sieht zugleich, daß der Verlust der gleiche bleibt, der Zugwinkel mag
dieselbe Größe unter oder über 90° stehen. Er sinkt um so mehr, je

näher der Winkel einem Rechten kommt, je weniger spitz ein spitzer, je weniger stumpf ein stumpfer Winkel wird.

2511 Die Kugelanschwellungen der Gelenkköpfe können auf diese Weise Kraftverlust einzelner Muskeln oder Sehnen verkleinern. Ist z. B. Fig. 73. der Drehpunkt des Oberarmes und *d* das Ende der Gräte des Schulterblattes, so wird eine Faser des Armmuskels (Deltoideus) wie *de* verlaufen und ihre Kraft *fb* unter dem Winkel *f* angreifen. Die Auftreibung des Oberarmkopfes bei *e* zwingen nöthigt sie in *deb* hin zu gehen und so einen größeren Winkel *ebf* zu bilden.

Fig. 73.

Fig. 74.

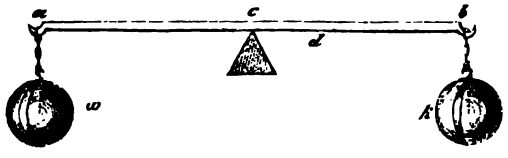
2512 Schaltknochen können ähnliche Dienste leisten. Die Kniescheibe vermag dieses anschaulich zu machen. Sie empfängt die sehnigten Ausläufer (*g* Fig. 74.) der Strecker des Unterschenkels, des geraden (Rectus femoris), des äußeren und inneren großen (Vastus externus und internus) und des tiefen Schenkelmuskels (Cruralis). Das Kniescheibenband *i*, das sich an den Knorren *f* des Schienbeines *d* heftet, überträgt seine Wirkungen auf dieses.

Fehlte die Kniescheibe *h*, so würde die Sehne der Strecker des Unterschenkels in *ef* verlaufen. Ist *k* der Drehpunkt und *kf* der entsprechende Hebelarm, so griffe *ef* unter dem Winkel *efk* an. Die Einschaltung der Kniescheibe *k* dagegen macht es möglich, daß das Kniescheibenband *if* den weniger spitzen Winkel *ifk* bildet.

Die Sesambeinchen der Hand leisten z. B. ähnliche Dienste für die Bewegungen des Daumens. Einzelne Knochenfortsätze gewähren die gleichen Vortheile.

2513 Greift auch eine Kraft, *k* Fig. 75., senkrecht an, so hängt die Wirkung nicht von ihr allein, sondern auch von der Lage des Hebels *c b*, sie beherrscht, ab. Man nennt das Product der beiden Größen, *k* × *l*, das statische oder

Fig. 75.



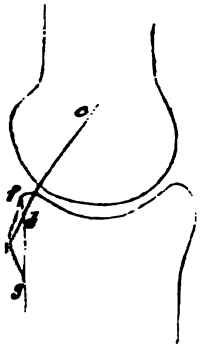
Kraftmoment. Soll Gleichgewicht herrschen, so müssen die Kraftmomente auf beiden Seiten des Unterstützungspunktes gleich sein. Nennen wir beiderseitigen Kräfte *k* und *k'* und die Längen der Hebelarme *l* und *l'*, fordert das Gleichgewicht $kl = k'l'$. Hieraus folgte $k : k' = l' : l$, d. h. Kräfte verhalten sich zu einander umgekehrt, wie die Hebelarme.

2514 Liegt der Unterstützungspunkt in *c*, so daß $ac = cb$ oder $l = l'$,

en wir $k = k'$ oder die Kräfte k und w müssen dieselben Werthe haben, m Gleichgewicht bestehen soll. Versetzen wir dagegen den Unterstützungs- nkt nach d, so daß ad größer, als db ist, so wird w kleiner ausfallen, n der gleiche Zweck erreicht werden soll. Wir erhalten $w = k.\frac{db}{ad}$ d. w nimmt verhältnißmäßig um so viel ab, als ad den anderen He- arm übertrifft. Wäre z. B. ad doppelt so groß, wie db, so brauchte nur halb so schwer, als k zu sein. Die Verlängerung des Hebelarmes n so einen gewissen Grad von Kraft ersetzen.

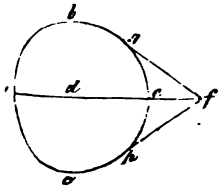
Die Verdickungen, die Knorren und die anderen Erhabenheiten der 2515
chen vergrößern nicht selten den Hebelarm, den die Muskeln oder die Sehnen angreifen. Nehmen wir an, zwei Knochen wälzen sich so um einander, daß der Drehpunkt in c, Fig. 76., liegt, so würde cd den Hebelarm bilden, wenn die Knochenwand gerade in fdg hinabginge. Besitzt sie aber einen Höcker feg, an den sich Mus- keln anfügen, so wird der Hebelarm zu ce, mithin um de verlängert. Der oben erwähnte Ansatz des Kniescheibenbandes an den Knorren des Schienbeines kann uns dieses Verhältniß am Einfachsten ver- sinnlichen.

Fig. 76.



Drehen sich Knochen um ihre Achse, so wieder- 2516
holt sich das Gleiche für viele von den Erhaben- heiten, an welche sich die sie beherrschenden Mus- keln anfügen. Stellt $abec$ den Querschnitt des Knochens dar und liegt sein Drehpunkt in dem Mittelpunkte d, so haben wir de als Hebelarm. Ist aber eine Leiste gfh vorhanden, so wächst er um ef und wird zu df.

Fig. 77.



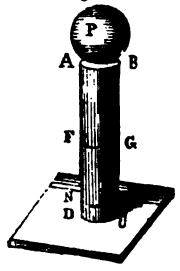
Verbindet sich eine einfache Beugung und 2517
Streckung mit einer nicht unbedeutenden Drehbe- wegung um die Längenachse, so kann ein größerer orsprung die mechanischen Verhältnisse wesentlich begünstigen. Der Knor- n der Speiche, der dem zweiköpfigen Armmuskel entspricht, nützt z. B. f diese Art in mehrfacher Weise. Man sieht hieraus überhaupt, weshalb h so viele Muskeln und Sehnen an Knorren, Kanten und anderen Er- abenheiten anfügen.

Wir haben (§. 2420.) bemerkt, daß ein schiefer Zug mit einem ge- 2518
wissen Verluste von Kraft verbunden ist. Eine größere Hebellänge wird diesen Uebelstand ausgleichen. Soll sie aber vortheilhaft wirken, so dürfen nicht ihretwegen die Fasern gezwungen werden, sich so schief anzufügen, daß sie hierdurch mehr verlieren, als sie durch die Vergrößerung des He- belarmes gewinnen.

ihre innere Beschaffenheit diesem Zwecke entspricht. Sie emp
günstigsten Falle eine nur geringe Menge von Blutgefäßen un
damit nicht starke Pressungen den Kreislauf stören oder Schmerz
dungen herbeiführen. Verdünnt sich der Knorpelüberzug eines
ist er selbst an einzelnen Stellen gänzlich geschwunden, so wir
Bewegung erschwert, wo nicht gar unmöglich gemacht. Die spe
trachtungen werden übrigens zeigen, daß jene Ueberzüge noch an
theile darzubieten im Stande sind.

2527 Reichen sie allein nicht aus, so schieben sich noch ander
fremde Gewebtheile dazwischen. Denken wir uns, *ABCD* F
ein cylindrischer auf einer festen Unterlage
elastischer Körper, so hängt sein Elasticitä
von dem ideellen Gewichte ab, das ihn, n
aushielte, auf die Hälfte seiner Länge zu *F*
sammendrücken würde. Verkleinert ihn aber
die Last *P* um einen Bruchtheil dieser Grö
um *NMCD*, so geht doch schon eine gewi
lebendiger Kraft der Wirkung verloren. Der
die Unterlage wird für den Augenblick gesch
aber der Körper nicht vollkommen elastisch,
seinen empfangenen Druck nach dem Aufhören
sung unvollständig wiedergiebt, so gleicht sich auch der Unter
nicht oder höchstens allmählig aus.

Fig 79.



2528 Das Fett (Bd. I. §. 80.) und die Faserscheiben (Bd. I. §. 9
zu diesem Zwecke gebraucht werden. Beide kommen auch bisweil
Gelenken vor. Falten der Gelenkhäute der Hüfte und des Kni
nicht unbedeutende Fettmassen. Da aber diese ihrer Nachgiebig
starke Druckgrößen nur durch umfangreichere Schichten dämpfe
so werden in dieser Hinsicht die Faserscheiben zweckmäßigere Dien
Sie können kleinere Räume einnehmen, kraftvolle Pressungen
Spannungsunterschiede ausgleichen, Lücken füllen und hierdurch
gleichmäßiger vertheilen. Die Gelenke des Unterkiefers, des Schl
des unteren Endes des Ellenbogens mit der Speiche und des Kni
Scheiben sogenannten Faserknorpels. Sie trennen zugleich die Ge
scheidewandartig und können hierdurch noch manche Nebenvort
die wir bald zurückkommen, bedingen.

2529 Gelenkhäute. — Sie umgeben zwar das Gelenk von all
dienen aber nicht dazu, das Gelenk straff zusammen zu halte
Knochen gegenseitig in möglichster Annäherung zu befestigen. S
gesehen (§. 2524.), daß diese Bestimmung dem Luftdrucke und
den Bändern übertragen ist.

2530 Entfernt man die Kapsel des Kniegelenkes, so erhält sich
innige Knochenverbindung. Löst man dagegen die Seitenbänder
rend die Kapsel unversehrt bleibt, so verliert sich die Festigkeit f
streckte, nicht aber für die gebogene Lage. Die bloße Trennung

bänder bedingt den umgekehrten Erfolg [1]). Aehnliche Verſuche laſſen ſich auch an dem Ellenbogengelenke anſtellen [2]). Wir haben ſchon früher (Bd. I. §. 178.) kennen gelernt, daß die äußere Luft den Schenkelkopf in der Pfanne ſelbſt nach der Durchſchneidung der Gelenkkapſel erhalten kann.

Die Gelenkkapſel bildet immer einen verhältnißmäßig weiten Sack, 2531
der die Größe der Bewegung des Gelenkes ohne Gefahr der Zerreißung möglich macht. Sie leiſtet hier überdieß dieſelben Dienſte, welche die ſeröſen Häute für die geſchloſſenen Körperhöhlen verſehen.

Die Gelenkhöhlen und die Räume des Bauchfells, des Herzbeutels, 2532
des Lungenfells u. dgl. müſſen eine Flüſſigkeit enthalten, damit ſogleich alle Räume, die ſich bei den verſchiedenen Ortsveränderungen bilden, ausgefüllt werden (Bd. I. §. 174.). Die Blutgefäße der Gelenkhaut ſondern dieſe bewegliche Flüſſigkeit, die Gelenkſchmiere oder die Synovia ab (Bd. I. §. 1475.).

Wir können die Gelenkhaut in zwei Theile, die jedoch unmittelbar 2533
in einander übergehen, trennen. Der eine bekleidet die Oberflächen der Knorpel und der feſteren Neben- und Einſchaltungsſtücke; der andere dagegen zieht ſich längs der Zwiſchenräume, welche die Gelenkgebilde übrig laſſen, hin und dehnt ſich oft noch weiter aus. Dieſer iſt den unmittelbaren Wirkungen des Druckes und Stoßes weniger Preis gegeben, als jener. Er kann daher auch eher Blutgefäße und Nerven aufnehmen und für die Abſonderung der Gelenkſchmiere zweckmäßiger verwandt werden. Die Erfahrung beſtättigt dieſen Schluß. Die freien Theile der Gelenkhaut des Knies beſitzen nicht bloß zahlreiche Blutgefäße, ſondern enthalten auch nach Weber [3]) viele Ausſtülpungen und zottenartige Fältchen, um die abſondernde Oberfläche zu vergrößern.

Wir haben ſchon früher (Bd. I. §. 94. 95.) geſehen, wie ſehr ſich die 2534
Gelenkſchmiere eignet, die Reibung zu vermindern. Die Flächen, welche die Synovialüberzüge der Gelenkknorpel und der Zwiſchenmaſſen darbieten, beſitzen ohnehin ſo wenig Unebenheiten, als möglich. Ihre Formen begünſtigen überdieß oft noch die Beweglichkeit. Kommt nun die Gelenkſchmiere hinzu, ſo wird faſt Nichts für die Reibungshinderniſſe verloren gehen. Sie verzehren noch kein Gramm im Ellenbogengelenke und ſind daher verhältnißmäßig geringer, als in allen unſeren techniſchen Vorrichtungen. Ablagerungen fremder Maſſen, wie ſie in Folge der Gicht oder der Vereiterung der Gelenke auftreten, ſtören daher in hohem Grade.

Die Nebenbeutel, die einzelne Gelenkhäute bilden, können noch andere 2535
Vortheile gewähren. Füllt man z. B. die des Kniegelenkes *e*, Fig. 80, mit einer erſtarrenden Maſſe an, ſo ſieht man nach Weber [4]), wie ein Fortſatz *a* am Oberſchenkel hinaufgeht, um ſich zwiſchen der gemeinſchaft-

---

[1]) W. u. Ed. Weber, Mechanik der menſchlichen Gehwerkzeuge. Göttingen, 1836. 8. S. 178.
[2]) Hyrtl, a. a. O. S. 240.
[3]) W. u. Ed. Weber, Ebendaſelbſt. Seite 197.
[4]) W. u. Ed. Weber, Ebendaſelbſt. Seite 196.

Fig. 80.

lichen Sehne *b* der Strecker des Unterschenkels … dem Schenkelbein einzuschalten. Ein zweiter *c* … sich zwischen die Sehne des Kniekehlenmuskels … den äußeren halbmondförmigen Knorpel ein und … bisweilen und zwar nach Gruber unter 14 … Fällen ungefähr ein Mal mit dem Wadenbein-Ge… beingelenk zusammen [1]). Ein dritter *d* drängt … zwischen die Sehne des Kniekehlenmuskels und … äußere Seitenband.

2536 Füllt sich ein solcher Nebensack, so kann er … Angriffswirkung der Verkürzungsgebilde erleich… (Bd. I. §. 176 fgg.) und die Reibung, die … sonst zwischen der Sehne und den Unebenh… des mit seiner Beinhaut bekleideten Knochens geltend machen würde, … seitigen oder mildern. Fällt er wieder zur Zeit der Ruhe zusammen, so … er keinen überflüssigen Raum einnehmen. Seine Flüssigkeit begiebt sich … andere Orte, die sie dringender nöthig haben.

2537 Wir haben bemerkt, daß auch häufig die Gelenkhaut nach innen … schlagene Falten bildet. Ein Theil von ihnen bekleidet die Schaltmas… die in einzelnen Gelenken vorkommen. Ein anderer dagegen ist frei … führt in seinem Inneren Fett. Wir finden den letzteren Fall in den Fl… bändern des Kniegelenkes. Diese sondern nach Hyrtl [2]) den gesam… Innenraum in drei unabhängige Höhlen, von denen der mittlere dem … scheibengelenke angehört. Oeffnet man auch die Gelenkhaut von der Se… so hindert nach ihm immer noch der äußere Luftdruck, daß sich die K… scheibe von ihrer Gleitfurche entfernt.

2538 Ist die Gelenkkapsel schlaff oder gefaltet, so könnte sie leicht bei … Bewegungen des Gelenkes, wenn nicht andere Nebenverhältnisse die Ge… entfernten, eingeklemmt werden. Das Ausweichen der Gelenkflüssigk… (§. 2536.) bildet eine der Gegenwirkungen, die hierfür in Anspruch … nommen werden. Schaltstücke können noch unterstützend mitwirken. We… ber [3]) nimmt an, daß die halbmondförmigen Knorpel Dienste der Art im … Kniegelenke übernehmen.

2539 Verschiedenheit der Gelenkverbindungen. — Betrachten wir … die einzelnen beweglichen Theile des Körpers, so finden wir, daß manche … von ihnen fast vollkommen unverrückbar zusammengefügt sind, andere da… gegen die freieste Drehung gestatten. Die Schädelknochen stehen in dieser … Hinsicht auf der einen und die Gebilde des Schultergelenkes auf der an… deren Seite.

2540 Die Art der Verbindung hängt von der Bestimmung und der zweck… mäßigen Form der einzelnen Skeletttheile ab. Manche Gelenke lassen sich … mit Vorrichtungen, die wir an unseren Maschinen antreffen, vergleichen.

---

[1]) W. u. Ed. Weber, Ebendaselbst. S. 196. u. Hyrtl, a. a. O. S. 265.
[2]) Hyrtl, a. a. O. S. 264.
[3]) Weber, a. a. O. S. 193.

dere dagegen sind so verwickelt, daß höchstens allgemeine Aehnlichkeiten gefunden werden können. Indem die Natur den Luftdruck zu ihren ecken benutzt, die Schmiere nach Bedarf in die Gelenkhöhle einführt r in Nebenbehälter ableitet, passende höhere Curven den Gelenkstücken leiht und elastische Zwischenmassen einschaltet, erspart sie viele Neben-te, die wir an den Gelenken unserer Maschinen anbringen müssen. r Apparate arbeiten daher auch vielseitiger. Die einzelnen Theile kön-überdieß ihre Bestimmungen ändern. Es ist daher auch unmöglich, Gelenke unseres Körpers in scharf geschiedene Klassen zu sondern.

Sollen Skelettgebilde von ungleicher Beschaffenheit in ihrer gegenseiti- 2541
Stellung unverrückt erhalten werden, so werden sie wie ein Nagel in Holzmasse eingefügt. Die Einkeilung (Gomphosis) der Zähne beruht dieser Vereinigungsweise. Die breiteren Backzähne erreichen hierbei nöthige Festigkeit mittelst der Zahl und die schmaleren Eckzähne mittelst Länge ihrer Wurzeln (Bd. I. §. 488.).

Es kommt seltener vor, daß sich ein Knochen in eine Rinnenvertiefung 2542
achbarter Skelettheile einschiebt. Der untere Rand der Pflugschaar ist diese Weise mit den Oberkiefer- und den Gaumenbeinen verbunden.

Drängen sich zwei Knochen mit ihren Grenzflächen genauer an ein- 2543
er, so werden in der Regel ihre Ränder uneben, damit sich die Berüh-ng und der Zusammenhang verstärken. Nur kleinere Knochen, die keinen ßeren Gewalten zu widerstehen haben, machen eine Ausnahme hiervon. e verbinden sich, wie die Nasenbeine, in ebeneren Flächen oder wie man ausdrückt, durch Harmonie. Die übrigen bilden Näthe, deren Formen ch Maaßgabe der Verhältnisse wechseln. Die Schuppennath des Schlä-beines kann in dieser Beziehung die eine und die Zackennath der Schei-beine die andere Form versinnlichen.

Sind auch hier die Knochen so nahe, als möglich zusammengerückt 2544
d auf das Innigste vereinigt, so befindet sich doch eine geringe Menge er knorpeligen und elastischen Zwischenmasse an der Verbindungsstelle. e Beweglichkeit geht so gut, als gänzlich verloren. Die Theile können er äußeren Gewalten leichter, als wenn sie aus einem Gusse geformt ären, widerstehen. Diese Absicht liegt wahrscheinlich allen Verbindungs-isen, die wir eben betrachtet haben, oder den Synarthrosen zum runde.

Soll ein Theil der Schutzgebilde höhere Grade von Spannkraft be- 2545
sen, so ersetzen Knorpel die Knochenmasse. Beide vereinigen sich auf das nigste, so daß sich der Zug des Knochens auf den knorpeligen Theil mittelbar fortpflanzt. Die vorzüglichsten Muskeln heften sich daher auch enen. Hört aber die Wirkung auf, so springt der Knorpel elastisch ück. Der Rippenkorb benutzt diese Verhältnisse im ausgedehntesten aaße (Bd. I. §. 173.).

Stellen wir uns vor, daß die Wirkung auf ihren geringsten Werth 2546
rückgeführt werden solle, so wird sich die elastische Anfügungsmasse auf nen möglichst kleinen Raum beschränken. Wir kehren dann gewissermaaßen den §. 2544. erläuterten Verhältnissen der Näthe zurück. Die Syn-

chondrosen und die Symphysen, die sonst im Körper vorkommen, bilden die nächst höheren Zwischenglieder. Bestehen die Einkeilungsstücke aus umfangreicheren und derberen Faſermassen, deren Elemente in bestimmten zweckmäßigen Richtungen verlaufen, so werden hierdurch noch manche Nebenvortheile erzielt. Die nöthigen Grade von Festigkeit und beschränkter Nachgiebigkeit vereinigen sich z. B. auf diese Weise in der Verbindung des Kreuzbeines mit den Darmbeinen und in der der Schaambeine und des Kreuzbeines mit dem Steißbeine. Die straffen Fasern der Beinhaut und der Bänder können noch den Zusammenhang unterstützen.

2547 Es versteht sich von selbst, daß die Knochenflächen, an die sich die Zwischenstücke dieser halbbeweglichen Verbindungen oder der Amphiarthrosen anlegen, keine unmittelbare Fortsätze, die zur gegenseitigen Einfügung der harten Theile nöthig sind, zu besitzen brauchen. Sie erhalten nur eine größere Zahl kleinerer Unebenheiten, welche die Oberfläche rauh machen, damit ausgedehntere Ansätze für die verhältnißmäßig weicheren Zwischenmassen gewonnen werden.

2548 Die Schaltgebilde sind auch häufig so gebaut, daß sie den beschränkten Grad von Beweglichkeit, der erreicht werden soll, zweckmäßig unterstützen. Wir können uns dieses an den Zwischenknorpeln der Wirbelsäule versinnlichen.

Wir sahen (§. 2503.), daß die Wirbelkörper, wie eine Reihe von Klötzen über einander geschichtet sind. Die weicheren Zwischenknorpel, die ihre Knochenmassen trennen, machen es möglich, daß das Ganze die Merkmahle eines beweglichen elastischen Stabes gewinnt [1]). Er biegt sich bei Anordnung der Theile gemäß von vorn nach hinten und umgekehrt. Die Wirbelkörper drehen sich dagegen nicht in bedeutendem Grade um ihre Längenachse.

Der Bau der Zwischenknorpel entspricht diesen Bedingungen. Fig. 81 [s. S. 171.] zeigt uns einen senkrechten, neben den Dornfortsätzen geführten Längendurchschnitt zweier Lendenwirbel eines erwachsenen Menschen. *a* gehört dem vierten und *b* dem fünften Lendenwirbelkörper, *e*, *d* und *c* dagegen den entsprechenden Bogentheilen an. *h* bildet den Kern des Zwischenknorpels. Er sondert das Ganze in eine vordere und eine hintere Abtheilung. Jene hat ihre vorderen Faserzüge oder Schichten in *f* und ihre hinteren in *g*, diese dagegen ihre beiderseitigen Schaltgänge in *i* und in *k*.

Biegt sich die Wirbelsäule nach vorn, so werden die vorderen Faserzüge zusammengedrückt und eingelegt, die hinteren dagegen gespannt. Die Masse der Zwischenknorpel springt dann bei stärkerem Drucke nach vorn vor. Sie kehrt in ihre frühere Lage, wenn die Wirkung aufhört, zurück. Die weicheren Zwischenmassen können passend nachgeben. Die elastischen gelben Bänder, die sich zwischen den Wirbelbogen hinziehen

---

[1]) J. A. Borelli, De motu animalium. Pars I. Lugd Batav. 1685. 4. p. 83.
[2]) E. Weber, in Meckel's Archiv. 1827. S. 127 W. u. Ed. Weber, a. a. O. Seite 94. Taf. II. Fig. 2.

Fig. 81.

ſpannen ſich, wenn ſich die Wirbelſäule nach vorn biegt und erſchlaffen im
ntgegengeſetzten Falle.

Bloße Bandmaſſen vermitteln auch ausnahmsweiſe die Verbindung 2549
zwiſchen verſchiedenartigen Knochengebilden. Das Aufhängeband des Zun-
genbeines vereinigt auf dieſe Weiſe die kleinen Hörner des Letzteren mit
dem Griffelfortſatze. Es nimmt oft eine größere Härte an und kann ſelbſt
bisweilen theilweiſe verknöchern.

Gehen wir nun zu den freieren Gelenken über, ſo finden wir einzelne 2550
Bildungen, die ihren Wirkungen nach an die unvollſtändigen Dreh-, die
Charnier- und die Nußgelenke unſerer Maſchinen erinnern. Die Bewe-
gungen bleiben ſich in manchen für alle Fälle gleich, während ſie in anderen
mit der Verſchiedenheit der Nebenbedingungen wechſeln.

Gleiten ebene oder ſchwach gekrümmte Flächen an einander in engen 2551
Bezirken dahin, ſo iſt der geringſte Spielraum geſtattet, wenn benachbarte
Bandmaſſen oder die Knochentheile ſelbſt jede weitere Verrückung hindern.
Die faſt ebenen Gelenkflächen der meiſten ſchiefen Fortſätze der Wirbelkörper
liefern in dieſer Hinſicht eines der einfachſten Beiſpiele. Die Verbindungen
des erſten Halswirbels mit dem Hinterhauptsbeine, der Rippenköpfchen
mit den Querfortſätzen der Wirbel, des Schlüſſelbeines mit dem Bruſt-
beine und der Gräthenecke des Schulterblattes, die Hand- und die Fuß-
wurzelknochen gehören ebenfalls hierher. Das Kiefergelenk kann uns ver-
ſinnlichen, wie ein größerer Spielraum durch die paſſende Ortsveränderung
der Gelenktheile gewonnen wird. Der Kopf der Unterkinnlade kann nach

Bedürfniß seine Gelenkgrube verlassen. Diejenigen straffern Gele einen größeren Grad von Beweglichkeit darbieten, zeigen uns ü manche Uebergänge zu den noch zu betrachtenden freieren Gelenken.

2552 Die Winkelgelenke oder Charniere (Ginglymi) zeichnen sich aus, daß sie nur in der Richtung einer Achse oder Ebene bewegt Bedienen wir uns der Ausdrücke, die wir für die thierischen W gebrauchen, so gestatten sie bloß Beugung und Streckung und kei hung, die eine andere unbewegliche Linie voraussetzt. Die Natu aber keinen Stift, wie wir es thun, ein, um die Bewegung zu l Sie überträgt vielmehr diese Bestimmung den Knochenformen u Bändern. Die erhabenen und ausgeschnittenen, gegenseitig spielen chen besitzen Kanten und Rinnen, die sich jedem Versuche der Seite entgegenstemmen. Der Luftdruck und die Bänder halten die Theil men, damit nicht eine übermäßige Entfernung derselben den Nut die Gestalt der Hartgebilde gewährt, aufhebt. Die Bandmassen be überdieß oft noch die Beweglichkeit und ergänzen gleichsam die Bedi die von den Skelettstücken dargeboten werden.

2553 Diese Einrichtung gewährt den Vortheil, daß Mittelbildungen Winkel- und vollkommneren Drehgelenken möglich werden. Die Pf Gelenke der vier Finger stellen auf diese Weise reine Charniere d Verbindung mit den Mittelhandknochen aber geht bei der Schn Seitenbänder in ein Drehgelenk über.

2554 Betrachten wir das Ellenbogengelenk im Ganzen, so bilde vollkommenes Winkelgelenk. Es gestattet nur Beugung und S Der Hakenfortsatz des Ellenbogenbeines hemmt selbst in dieser Hin unzweckmäßige Ausdehnung der Bewegung nach hinten (§. 2522.) Kronenfortsatz desselben jede übermäßige Annäherung nach vorn.

2555 Die Wirkung, die es als Winkelgelenk ausübt, bezieht sich weise auf den Oberarm und die Ellenbogenröhre, und nur in ur netem Grade auf ihn und die Speiche. Diese erhält aber noc schränktes wagerechtes Drehgelenk, welches bei der Pronat Supination der Hand in Anspruch genommen wird. Es nimmt der Beugung und Streckung nicht Theil.

Lassen wir die Ringfasern bei Seite, so geht zu diesem 3 Speiche durch einen Schlitz des Seitenbandes. Hätte es sich Masse in der nöthigen Ausdehnung angeheftet, so wäre die n Drehung in hohem Grade beschränkt, wo nicht überhaupt unmi macht worden.

2556 Finden wir auf diese Weise Charnier- und Drehbewegung an zelnen Theilen des Ellenbogens neben einander, so haben wir sch (§. 2523.) gesehen, wie das Kniegelenk im Ganzen beiden Besti nach Verschiedenheit der Lage der Knochen genügen kann. D schenkel geht zwar am Kniee in zwei durch eine mittlere Verti trennte Rollen aus. Da aber die Gelenkfläche des Schienbeines ist, so müssen hier Weichgebilde in ausgedehnterem Maaße zur S zu Hilfe gezogen werden. Die runden Gelenkköpfe des Oberschen

überdieß bei ihren Drehungen ungefähr nach Art eines Rades von
hienbeine abwickeln.
nd die starken Seitenbänder gespannt, so erinnert das Knie an ein
r. Die Beugung und Streckung kann allein mit Leichtigkeit voll-
erden. Biegen sich aber Ober- und Unterschenkel gegen einander,
lassen nach Weber[1]) die Seitenbänder in ungleichem Maaße und
as äußere mehr, als das innere. Es kann sich dann der innere
opf des Oberschenkels in seiner Vertiefung drehen, während der
den ortsverändernden Bogen beschreibt. Pronation und Supination
auf diese Weise möglich. Die Kreuzbänder verhüten aber in jeder
g, daß sich die Gelenkknorren des Oberschenkels auf dem Schien-
bleifend verschieben.
i nur dieser letztere Knochen an dem Kniegelenke des Oberschenkels
immt und die aufrechte Stellung eine große Festigkeit des gestreckten
verlangt, so mußten die Bewegungen, die in dem Ellenbogen auf
inander liegende Gebilde vertheilt sind, zeitlich verschiedenen Bedin-
am Kniee überliefert werden. Dieser Umstand, die schon früher
ten Gefahren des Druckes und des Stoßes, die sich hier in hohem
geltend machen, und der Mangel an knöchernen Sperrhaken und
Hemmungsvorrichtungen erklären es, weshalb sich das Kniegelenk
ie Mannigfaltigkeit seiner Bänder und Faserscheiben in hohem Grade
)net.
er Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels spielt wie ein Zapfen, dessen 2557
chte Achse um einen Theil eines Kreises gedreht zu werden vermag.
opf und der erste Halswirbel können sich um ihn von einer Seite
deren wenden. Die Form der Knochen und eigene Bandmassen
i hier in dem Grade, daß nur eine wagerechte Dehnung von 40°
', wie wir später sehen werden, gestattet ist.
ie Nußgelenke oder Arthrodieen können vielseitiger arbeiten. Spielt 2558
ein kugelförmiger Kopf an einer ebeneren oder kleineren Gelenk-
so wird die Möglichkeit der Achsenwendung weniger beschränkt, als
hn seine Gelenkvertiefung theilweise umfaßt. Man nennt auch die-
iten besonderen Fall eine Enarthrose. Sie findet sich in dem Hüft-
Die Schulter dagegen bildet die vollkommenste Arthrodie und
uch das freieste Gelenk unseres Körpers. Die Gräthenecke führt
lein die Ungebundenheit auf das passende Maaß der Wirkung

Verrenkungen entstehen dadurch, daß die Weichgebilde, die das Ausgleiten
hen hindern oder beschränken, zerreißen oder im Uebermaaße nachgeben. Die
hen Bedingungen jedes einzelnen Gelenkes bestimmen es, ob solche Unregelmä-
häufiger vorkommen oder nicht und in welchen Richtungen der eine Knochen-
er den gewöhnlichsten störenden Ursachen auszuweichen pflegt. Schlaffe Gelenke,
im gesunden Zustande in geringerem Maaße gesperrt werden, verrenken auch
Die Schulter unterliegt daher sehr häufig in dem Kampfe mit ungewöhnlichen

---

n. Ed. Weber, a. a. O. S. 169.

äußeren Gewalteinflüssen. Kleinere oder größere Störungen treffen häufig das lenk derselben Ursache wegen (Bd. I. §. 489.).

Es kommt nicht selten vor, daß sich unter krankhaften Verhältnissen neu flächen an ungewöhnlichen Orten erzeugen. Reiben sich dann zwei Knochenstü telbar an einander, so bildet sich mit der Zeit eine faserknorpelige Masse (Bd. I. die eine Art beweglicher und schmerzloser Verrückung möglich macht.

Leidet ein Mensch an freiwilligem Hinken, so daß der Kopf seines Obersch die äußere Fläche des Hüftbeines gelangt ist, so bildet sich hier nach und nach und oft mit einem Knochenwalle umgebene Vertiefung. Der reibende Theil schenkelkopfes plattet sich nicht selten ab. Die alte nicht mehr gebrauchte Pfan nert sich und nimmt dabei unebene Formen, die sie sonst nicht hat, an. Der K hügel pflegt sich daher zu vergrößern, der Schenkelhals dagegen zu verkürzen. hügel verkleinern sich dagegen oft bei Anchylose des Hüftgelenkes.

Sind Knochen in Folge von angeborenen Mißbildungen gespalten, so hän ihrer gegenseitigen Entfernung ab, ob sich zwischen ihnen Gelenke bilden oder fehlen bei der Spaltung des hinteren Theiles der Wirbelsäule. Unsere Sam sitzt aber einen Fall einer angeborenen Spaltung des ersten Halswirbels, i die getrennten Knochenstücke unmittelbar an einander rieben und in dem auc lenk zwischen ihnen vorhanden war.

Die sogenannten künstlichen Gelenke, welche die unvollkommene Heilung chenbrüche begleiten, sind schon Bd. I. §. 1715. erwähnt worden.

2559 Sehnen. — Während sich viele Muskeln zu ihren Hebeln bar begeben, benutzen andere die Sehnen oder sehnigte Häute als glieder. Es kommt auch vor, daß sich ein Sehnentheil in die F Verlaufes der Muskelfasern einschaltet. Der Schulter-Zungenbe (Omohyoideus) liefert das auffallendste Beispiel dieses zweiten F

2560 Gelingt es, die gegenseitige Verbindung der Muskeln und nenfasern unter dem Mikroskope zu verfolgen, so sieht man, wie gerundet schließen. Der unterste Theil derselben kann sich noc verschmälern. Die Sehnenbündel umfassen aber das Ende der faser.

Denken wir uns die Sache schematisch dargestellt, so ist *a* die quergestreifte Faser, *b* deren unterster Endtheil, *c* nenansatz und *d* die Sehne; die letztere nimmt einen Raum, als die Muskelfaser ein. Sie bildet gleichsam ei neren und hinreichend festen Strick, der die von der v Muskelmasse entwickelte Kraft auf entfernte Punkte übert

Fig. 82.

2561 Betrachten wir die Sehnenbündel, wie sie sich de Auge zeigen, so nehmen zwar meist ihre Endflächen die stücke auf. Es kommt jedoch auch bisweilen vor, daß außerdem Muskelfasern seitlich ansetzen. Man sieht lei diese Nebenbedingung die Raumersparniß vergrößern kann

2562 Einer der Vortheile, welche die Sehnen darbieten, dieser Anordnung. Mangelten die sehnigten Zwischengel hätten die Hebel eben so ausgedehnte Ansatzflächen, als ih kelmassen fordern, besitzen müssen. Es wäre hierdurch keine K wonnen, dagegen Raum und Knochensubstanz unnütz vergeudet Das Fersenbein hätte so breit, als die unteren Ausläufer der muskeln werden müssen. Die Einschaltung der Sehnen macht es möglich, daß umfangreiche Muskeln kleinere Knochentheile, wie d

bein, den Kronenfortsatz des Unterkiefers, die Glieder der Finger und
: Zehen u. dgl. beherrschen können. Muskeln, die von ausgedehnten
ächen entspringen, können auf diese Weise ihre Wirkungen auf kleine
chtige Punkte übertragen. Der breite Rückenmuskel (Latissimus dorsi),
r Untergräthenmuskel (Infraspinatus) und der Unterschulterblattmuskel
ubscapularis) werden uns dieses am Besten versinnlichen.

Wählte die Natur die Sehnen zu Vermittelungsgliedern, so konn- 2563
n die Muskeln an passende, von ihren Hebeln entfernte Orte ver-
gt werden. Manche Theile, die schlankere Gestalten ihrer Bestimmung
ch forderten, waren auf diese Weise in den Stand gesetzt, ihre wirk-
men Zugkräfte von Orten, die reichlichere Muskelmassen aufzunehmen
rmochten, zu entnehmen. Ein großer Theil der Muskeln der Finger
d der Zehen wurden so an dem Vorderarme und dem Unterschenkel an-
bracht.

Die Ursprünge der Muskeln bedienen sich oft zu ihrem Vortheile 2564
nlicher Verhältnisse. Viele beginnen mit sehnigten Häuten oder Sehnen.
ie können daher von schmalen Knochenkanten und überhaupt von kleine-
n Oberflächen ausgehen. Die Sehne des langen Kopfes des zweibäuchi-
n Armmuskels (Biceps brachii) macht es möglich, daß hier der Anfangs-
il das Schultergelenk durchsetzt und sich an die Lippe der Gelenkhöhle
s Schulterblattes anfügt.

Der umgekehrte Fall, daß der Muskel mit einer selbstständigen Sehne 2565
fängt und sich dafür unmittelbar mit Muskelfasern anheftet, gehört zu
Seltenheiten. Man kann z. B. unter diesem Gesichtspunkte den Knie-
lmuskel (Popliteus) auffassen.

Die Einschaltung von Sehnenfasern giebt ein Mittel an die Hand, 2566
Länge der Muskelfasern den Bedürfnissen gemäß wechseln zu lassen.
kann z. B. auf diese Weise eine größere Menge in kürzeren Zwischen-
men eingelegt werden. Zunahme an Kraft und Abnahme an Verkür-
gsgröße vermögen sich so gegenseitig zu verbinden, ohne daß deshalb
: Angriffspunkt selbst näher zu rücken braucht.

Wir werden später kennen lernen, weshalb sich viele Muskeln, die 2567
zelne Theile des Armes oder des Beines beugen oder strecken, in der
he der Gelenke, von denen diese Bewegungen abhängen, anheften.
Hätten sie keine Sehnen besessen, so wäre nicht bloß das Ganze un-
mlicher ausgefallen, sondern es hätten selbst die Bewegungen des Ge-
kes größere Hindernisse getroffen. Wir finden also hier einen mechani-
en Vortheil, der den Gelenken selbst zu Gute kommt.

Ein anderer Vorzug kann sich aber auch noch auf die Wirkungsweise 2568
: Muskeln beziehen. Wir werden in der Folge sehen, daß die Na-
: nicht selten rollenartige Vorrichtungen benutzt, um eine bestimmte
ätigkeitsrichtung zu erreichen. Die Muskeln werden zwar selbst schon
weilen zu diesem Zwecke um andere Körper herumgeleitet. Die schma-
Sehnen eignen sich aber noch leichter hiezu, weil der Körper, der
Rolle dient, einen kleineren Raum einzunehmen braucht. Ein unter-
rdneter Knochenvorsprung oder ein anderer Theil von geringem Um-

fange kann ſchon hier dem Bedürfniſſe genügen. Die Natur b
auch häufiger die Sehnen, um in dieſer Hinſicht zum Ziele zu

2569 Die Muskeln können nur dann, wenn ſie geſpannt oder gezogen ſind, hinreichend feſte Ausgangspunkte für andere Mu Die Sehnen eignen ſich hierzu ſchon eher ohne weitere Reb Wir haben auch wahrgenommen (§. 2564.), daß einzelne D ihnen allein ausgehen.

2570 Die Kraft der Muskeln kann endlich noch durch die N Sehnen gewinnen. Die Raumerſparniß, welche die Einſchaltu nen bedingt (§. 2561.), macht es möglich, daß ſich eine grö von Muskelfaſern anſetzt. Wir werden aber ſpäter finden, d der Muskeln mit der Zahl und nicht mit der Länge der S wächſt. Steht eine beſchränkte Knochenfläche zu Gebote, ſo Muskel mehr Faſern zu enthalten, wenn er mit einer ſehnigt tung beginnt, als wenn er unmittelbar anfängt (§. 2562.). A auch für ſein entgegengeſetztes Ende.

2571 Eingelegte Sehnen oder Sehnenſtücke trennen bisweilen ei kelmaſſen in eine Reihe untergeordneter Theile. Der Schulter= muskel (Omohyoideus), der zweibäuchige Unterkiefermuskel (maxillae inferioris) und der gerade Bauchmuskel (Rectus abd hören z. B. hierher. Ein größerer Muskel zerfällt ſo in eine R ter Abſchnitte, die gemeinſchaftlich oder geſondert wirken können das Letztere, ſo geben die Sehnenfaſern weniger nach und üb Wirkung ſicherer und einfacher, als die erſchlafften Muskelf geringere Raum, den die ſehnigten Gebilde einnehmen, gewäh theil, daß ihre Maſſe dünner wird, ohne an Kraft zu verliere vollſtändigere Sehnen andere Theile, wie bisweilen die des z Kiefermuskels (Digastricus maxillae inferioris) den Griffel= muskel (Stylohyoideus) leichter durchſetzen. Die Verminderu bung, die wir ſpäter kennen lernen werden, kann auch hier un Nebenbedingungen zu Statten kommen.

2572 Die Sehnen verbreitern ſich oft an denjenigen Stellen, a mit den Muskeln zuſammenhängen, um eine größere Zahl v faſern aufnehmen oder was daſſelbe iſt, bedeutendere Kraftwirk tragen zu können. Sie verwandeln ſich ſpäter in einen dün

Fig. 83.

lichen bis plattrundlichen Strang und erſpar an Raum. Gelangen ſie aber zu den ihnen den Knochen, ſo ſpreizen ſich meiſt ihre S Neuem aus. Denken wir uns, *a* Fig. 83. ſei der Sehne in der Mitte ihres Verlaufes, ihr Achſentheil *ab* gerader herab. Das Uebr nicht mit demſelben Querdurchmeſſer *ef*, ſ dem größeren *cd* an.

Beſitzt *a* Feſtigkeit genug, um alle Zu ohne Nachtheil zu übertragen, ſo wird hierdur fläche oder wenigſtens an Breite des Anſatzes

hen kann in ausgedehnterem Maaße beherrſcht werden, ohne
lb unnöthiger Raum für die Zwiſchenverbindungen verloren geht.
henkante iſt im Stande, die Wirkung eines Muskels ihrer ganzen
r Breite nach zu empfangen. Die runde Sehne würde dagegen
kleineren Theil, deſſen Durchmeſſer in allen Richtungen gleich
eten. Wir werden aber ſpäter ſehen, daß manche Vortheile
virkungen auf dieſem Wege erreicht werden.

en die Sehnen den ihnen von den Muskeln mitgetheilten Zug mit 2573
geringem Kraftverluſt übertragen, ſo durften ſie nicht in bedeu-
rade nachgeben, oder ſich in merklicher Weiſe elaſtiſch ausdehnen.
ſie unterſcheidet ſich auch in dieſer Hinſicht von der des Zell-
dem ſie ihren Formelementen nach am nächſten liegt (Bd. I. §. 60.).
: feſt genug ſein, um den kräftigſten Einflüſſen zu widerſtehen.
dere Verbindung hätte dieſer Foderung nicht genügt.

ungsgebilde und Scheiden der Sehnen. — Halten wir 2574
eich der Sehnen mit Zugſtricken feſt, ſo würde häufig die Ge-
n, daß ſie ihre vorgeſchriebene Bahn ohne weitere Nebenbefeſti-
ießen. Da aber die Sehnenmaſſe ſelbſt hin- und hergleiten muß,
nur Furchen, Rinnen, Durchgangscanäle oder beſondere Halt-
erforderliche Nebenhilfe leiſten.

Sehnen des langen und des kurzen Wadenbeinmuskels (Peroneus
d brevis) *w* und *y* der §. 2965. beigegebenen Figur, gehen in
ungsrinnen neben dem äußeren Knöchel dahin und werden noch
ch Faſergebilde zurückgehalten. Das Kreuzband leiſtet ähnliche
r die Sehnen des vorderen Schienbeinmuskels (Tibialis anticus),
n Strecker der großen Zehe (Extensor hallucis longus) und den
neinſchaftlichen Zehenſtrecker (Extensor digitorum pedis longus)
jenes Schleuderband umſchlingt zu gleichem Zwecke die Sehnen
en Muskels [1]). Die queren, ſcheidenartigen und gekreuzten Bän-
Sehnen der Fingerbeuger liefern das deutlichſte Beiſpiel, wie
Weichgebilde zur Sicherheit der Wirkungsrichtung der Anzieh-
ſchaffen werden.

Gelenkſchmiere ſetzt, wie wir ſahen (Bd. I. §. 95.), die Reibung 2575
ander gleitenden Oberflächen der Gelenke herab. Die Schleim-
die Sehnenſcheiden leiſten daſſelbe für die weicheren Bewegungs-

en wir uns, ein Muskel oder eine Sehne habe die Beſtimmung,
Knochenoberfläche dahinzugleiten, ſo würden die gegenſeitigen
ten einen nicht unbedeutenden Reibungswiderſtand erzeugen. Die
ltet daher Schleimbeutel ein. Sie bilden beſondere Säcke, die
ſeröſen Flüſſigkeit gefüllt ſind und den nöthigen Grad von Nach-
beſitzen. Die eine Wand iſt an den Knochen und die andere
hingleitenden Weichgebilden angewachſen. Die ſich bewegenden

---

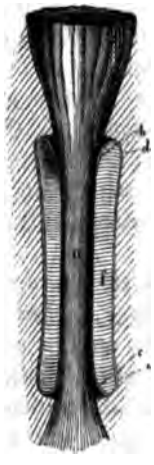
us, in Müller's Archiv. 1841. 8. S. 497 — 505.

Flächen spielen dann wieder in einer schlüpferigen Flüssigkeit. D
bungswiderstand wird daher in hohem Maaße verkleinert.

2576 Da die Gelenkschmiere den Inhalt der Schleimbeutel vertret
so kommt es auch vor, daß sich einzelne Schleimbeutel in eine ben
Gelenkhöhle öffnen. Der des Unterschulterblattmuskels (Subsc
hängt auf diese Weise mit dem Schultergelenke zusammen. W
auch schon früher (§. 2535.) gesehen, wie Verlängerungen der Gel
des Kniees Schleimbeutel ersetzen.

2577 Die Sehnenscheiden bilden nur eine andere Form derselben
tung. Denken wir uns ihre vollkommenste Gestalt, so sei *a* Fig.

Fig. 84.



freie Sehne, die in einer Sehnenscheide läuft
umgiebt sie dann, wie ein von beiden Seiten
gestülpter Sack. Die Sehne selbst *a* ist mit d
ren Blatte *bc* verwachsen, während sie das ä
frei und locker umringt. Befindet sich aber d
Flüssigkeit zwischen beiden, so gleitet die Seh
eingeschmierten schlüpferigen Flächen dahin und
her auf fast gar keine Reibungshindernisse.
Sehnenscheiden, wie die der Fingerbeuger der H
den gewissermaßen Schleimbeutel. Die Sehne l
dem serösen Sacke, drängt aber den ihnen entsp
Theil der Wand in das Innere hinein. Verr
die Sehnen nicht, so fehlen auch die Scheid
mangelt daher an der Sehne des langen Ri
wenders (Supinator longus)[1]), weil benachbart
der Vorderarmbinde die nöthige Lage zu sichern im
sind.

2578 Faserscheiden. — Das unter dem Namen des Perimy
kannte Zellgewebe sondert die einzelnen Muskelfaserbündel. D
Ernährungsflüssigkeit durchtränkt, weich und nachgiebig ist, so kö
die Muskeln mit Leichtigkeit verkürzen und in ihren Querdur
auf Kosten ihrer Länge vergrößern. Müssen sie dahingleiten, so
nern sich wiederum die Reibungshindernisse.

2579 Die zellgewebigen Zwischenmassen trennen auch oft die
Muskeln von ihren Nachbargebilden. Wird aber eine größere
keit nothwendig, so bilden sich dichtere faserhäutige Ausbreitun
wir mit dem Namen der Aponeurosen bezeichnen. Stärkere fase
Blätter umgeben dann kapselartig einzelne Gruppen von Mus
Muskelbündeln in einseitiger oder allseitiger Weise. Sie bes
Wesentlichen aus Fasern, die zwischen denen des Zellgewebes
Sehnen in der Mitte stehen. Elastisches Gewebe kann noch nach
niß hinzutreten.

2580 Machen sie aber auf diese Weise die Muskeln, die sie schei

[1]) F. W. Theile, in S. Th. Sömmerring, Lehre von den Muskeln und
des menschlichen Körpers. Abth. I. Muskeln. Leipzig, 1841. 8. S. 13 u. 24

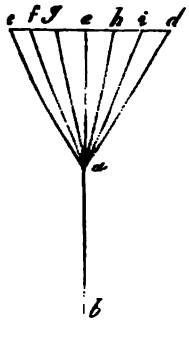
[illegible]tig trennen oder vollkommen einhüllen, selbstständiger, und liefern sie [illegible]cht selten neue Ansatzpunkte für einzelne Muskelfasern, so halten sie [illegible]derseits, wie ein fester Verband, größere Muskelmassen inniger zusam[illegible]en. Die Theile, die so mittelst einer Binde vereinigt werden, können [illegible]s ein Ganzes wirken. Es setzen sich daher auch einzelne sehnigte Aus[illegible]fer von Muskeln an vollständige Binden an (§. 2462.).

Die Faserhäute, welche die Bestimmung der Aponeurosen übernehmen, 2581
[illegible]nnen auch ungleichartige Theile scheidewandartig abschließen. Die Becken[illegible]poneurose vermag uns dieses Verhältniß zu versinnlichen.

Der stärkere Abschluß, den die Aponeurosen bedingen, giebt sich noch in vielen krank[illegible]n Zuständen zu erkennen. Eiterablagerungen, die innerhalb der festeren Binden zu [illegible]nde kommen, wandern oft leichter in dem nachgiebigeren Zellgewebe längs der Seh[illegible]scheiden und anderer weicherer Gebilde fort. Wollen sie aber die Aponeurosen durch[illegible]n, so haben sie einen größeren Widerstand zu überwinden.

Gerader und gekrümmter Verlauf der Muskeln und 2582
[illegible]ehnen. — Es kommt im Ganzen seltener vor, daß einander der [illegible]ngspunkt *e* Fig. 85. und der Angriffspunkt *a* eines Muskels oder einer zu ihm gehörenden Sehne *b* gerade gegenüber lie[illegible]gen und daß *ce* und *cb* auf den ihnen gehorchenden Flächen senkrecht stehen und die kürzesten Wege durchlaufen. Beide verbinden sich häufiger durch schief gestellte gerade Linien *ha*, *ia*, *da*. Die Muskelfasern oder sie und ihre Sehnen müssen daher größere Längenwege durchlaufen.

Fig 85.



Die Form der Körpergebilde wird es schon 2583
häufig bedingen, daß hierbei die Muskeln und Sehnen die ebene Bahn verlassen und gebogene Wege aufsuchen. Dieses Verhältniß muß die Richtung, in der die Verkürzungsgebilde wirken, ablenken. Die Theile, die den gekrümmten Verlauf veranlassen, werden im ungünstigsten Falle wie eine unbewegliche Rolle, über der ein Strick dahingeht, wirken. Wäre das Seil *QC* Fig. 86. in *C* befestigt, so würde der Zug der in *Q* befindlichen Hand in der Richtung *QC* thätig sein. Bezeichnet aber *ACB* den Querschnitt eines runden Baumstammes, der auf *DE* befestigt ist, so daß ihn das Seil auf dem Wege *QCP* umschlingt, so hebt der Zug der Kraft *Q* die Last *P* in der Richtung *PA* empor.

Fig. 86.

Es versteht sich von selbst, daß ein gro- 2584
ßer Theil der Muskeln erst auf diesem Wege seine wahre Bestimmung erhält. Die, welche ihre Knochen oder ganze Glieder um eine ihrer Querachsen drehen, schlingen sich häufig um Skelettstücke und Weichgebilde. Der kurze Rückwärtswender (Supinator brevis windet sich unmittelbar um die Speiche. Der

runde Vorwärtswender (Pronator teres) ruht zugleich auf dem unte
Stücke des inneren Armmuskels und zum Theil auf dem kurzen Rückw
wender.

2585 Da der gekrümmte Verlauf den Weg vergrößert, so kann er auc
nutzt werden, um verhältnißmäßig sehr lange Muskelfasern herzu
und so bedeutende Verkürzungen, nicht aber eine Erhöhung der Kra
fung zu bedingen. Die Biegung des Schneidermuskels (Sartorius)
diesen Nebenvortheil zu gewähren (§. 2615.).

2586 Die Knochen selbst geben häufig Gelegenheit, daß sich ein
oder eine Sehne wie ein Seil um eine unbewegliche Rolle schlägt.
Haken des Flügelfortsatzes leistet diesen Dienst für den Gaumens
(Circumflexus palati) und das Sitzbein für den inneren Hüftbeinlo
kel (Obturator internus). Reichen sie nicht aus, so werden, wie
hen (§. 2584.), andere Muskeln und Weichgebilde überhaupt, die o
zu Gebote stehen, zu Hilfe gezogen. Der Muskel braucht dann m
hältnißmäßig oberflächlicher zu verlaufen, damit dem beabsichtigten
entsprochen werde.

2587 Es kommt aber auch vor, daß keine Nachbargebilde, welche dies
übernehmen könnten, vorhanden sind und daß daher eigene Polst
Ringe geschaffen werden müssen, um zum Ziele zu gelangen. Die
höhle kann uns dieses am Anschaulichsten machen.

Bildet *ab* den Durchschnitt des oberen Augenlides, *c* den A

Fig. 87.

d das Fettpolster der Augenhöhle, *e* den inneren geraden Auge
(Rectus internus) und *fg* den Aufheber des oberen Augenlides (L
palpebrae superioris), so zeigt uns schon die Abbildung, wie sich
letzt genannte Muskel gleich einem Seile, das über eine Rolle geh

den Augapfel und einen Theil des Fettes der Augenhöhle her- Er wird hierdurch in den Stand gesetzt, in der Richtung *ba* zu o das obere Augenlid zu heben. Wäre er in gerader Linie von nsatze *f* nach dem unteren Theile *b* des oberen Augenlides *ab* angen, so hätte er dieses in die Augenhöhle hineingezogen. der Augenhöhle macht es in ähnlicher Weise möglich, daß die ugenmuskeln Drehbewegungen vermitteln. Es erhält sich daher in den magersten Menschen (Bd. I. §. 1673.).

Natur schafft sogar hier ein ringartiges Leitungsgebilde, wie es 2588
unmittelbar in dem übrigen Körper hergestellt wird. Ist *a*

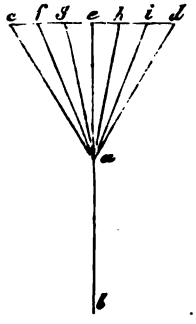
Fig. 88.

Fig. 88. der Augapfel und *b* ein Theil des Fettpolsters, so geht der Bauch des oberen schiefen Augenmuskels (Obliquus superior) *c* an dem oberen und inneren Winkel der Augenhöhle dahin. Hätte er sich in *d* oder *f* angefügt, so hätte er nur in ähnlicher Weise, wie ein gerader Augenmuskel wirken können. Da er aber die von oben und innen nach unten und außen verlaufende Achse des Augapfels beherrschen soll, so vervollständigt die Natur eine Stelle der Augenwand durch ein faserknorpeliges Ringstück *e*, leitet die Sehne des Muskels durch und biegt sie so in dem Winkel *cef*, Fig. 88., um. Der tet auf diese Weise in der Richtung *ef*. Die Schlinge führt eimbeutel, damit die Reibung keinen Theil der entwickelten Kraft §. 2575.).

en Muskeln anderen Bewegungswerkzeugen als Rollen, so kön- 2589
re Form und daher auch zum Theil ihre Wirkung bei der Ver- ndern. Die nachgiebigen Fettmassen sind im Stande, den Zug ren. Ein gewisser Grad von Labilität ist in beiden Fällen

riffsweise der Muskeln und der Sehnen. — Betrach- 2590
ie schon früher (§. 2560.) geschilderte Art, wie sich die Muskel- ihren Sehnenfasern verbinden, so ergiebt sich von selbst, daß enigsten unmittelbar in der Richtung des Zuges anfügen. Die hen vielmehr schief zu den Zugstricken, auf die sie unmittelbar Ein Theil ihrer Kraft verliert sich auf diese Weise. Ist z. B.

Fig 89.



ab Fig. 89. eine Sehne, die bloß in der R
ab und nicht seitlich spielen kann, so übt
Muskelfaser *ea*, die in ihre unmittelbare
gerung fällt, ihre volle Kraft aus. Si
aber *ha*, *ia* und *da* unter Winkeln von
und 30° an, so werden sie bloß mit 0,9
und 0,87 ihrer ursprünglichen Kraftäußer
ken können.

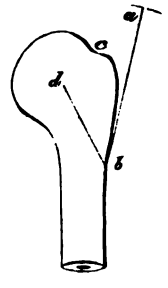
Da die meisten Muskeln und Seh
Knochen schief angreifen müssen (§. 25
wiederholt sich hier das Gleiche. Ein
Kraft wird der Zweckmäßigkeit des Ga
opfert.

Eine größere Zahl von Muskelfas
diesen Uebelstand bald ausgleichen. Die Sehnen selbst bieten
Gelegenheit dar, daß mehr Muskelfasern hergestellt werden können (§

2591 Gestatten es die Nebenverhältnisse, möglichst günstige Angri
zu benutzen, so werden sie auch in der That nicht verschmäht. Ka
verhältnißmäßig dünne Muskeln, die sich bedeutend verkürzen, o
verhältnißmäßig starke Kraft zu entwickeln, heften sich häufig un
stigeren Winkeln, als kurze und dicke an. Die Niederzieher des
beines (Sternohyoideus) und des Kehlkopfes (Sternothyreoideus),
raden Augenmuskeln, der gerade Bauchmuskel erfreuen sich die
theiles. Verhältnißmäßig dickere Muskeln dagegen, wie der K
(Sternocleidomastoideus), der Kaumuskel (Masseter), die Flüge
(Pterygoidei), gehen auch unter etwas schieferen Winkeln dahin.

2592 Wollen wir den Ansatz, unter dem ein Muskel oder eine S
beitet, richtig beurtheilen, so müssen wir den idealen Hebel, der
herrschen, und nicht ihre unmittelbare Anfügung an den Knochen
sichtigen. Einzelne Physiker haben diesen Punkt außer Acht gela
daher unrichtige Werthe für die Größe der Kraftthätigkeit erhalt

Fig. 90.



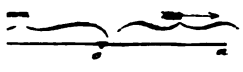
Ist *ab* eine Muskelfaser, die sich unter den
abc an die Oberfläche eines Knochens begiebt
bei einer bestimmten Bewegung um den Punkt
so bildet *db* den idealen Hebel. Der Angr
gleicht daher *dba* und nicht *abc*.

2593 Ist *dba* sehr spitz, so kann er sich, inden
verkürzt, vergrößern und so günstigere Bedingu
seine späteren Wirkungen erlangen. Der W
wächst um so mehr, je mehr wir den gestreckten
Schultergelenke nach oben drehen. Der Armhe
toideus) ist aber im Stande, seinen Angriffsw
die erwähnte Weise zu verbessern.

2594 Hebelthätigkeit der Bewegungswerkzeuge. — E
matischer Hebel ist ein gewichtslos gedachtes, unnachgiebiges
das in einem bestimmten Punkte aufliegt und hier gedreht werd

rere Druck auf das Ganze einwirken. Jener Punkt heißt der eh-, Ruhepunkt oder das Hypomochlion. Man nennt dagegen rme die geradlinigten Abſtände der Druck von dem Stützpunkte.

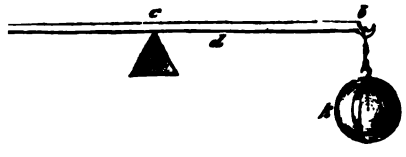
Fig. 91.



Denken wir uns, *ab* Fig. 91. ſei ein geradlinigter Hebel, der ſeinen Stützpunkt in *c* und ſeine Druck in *a* und *b* hat, ſo bilden *ac* und *cb* die beiden Hebelarme. Das Ganze ſtellt einen geradlinigten zweiarmigen Hebel dar. Iſt *ac* ɔß wie *cb*, ſo wird er überdieß gleicharmig ſein. Rückt dage- tützpunkt nach *d*, ſo daß *ad* größer, wie *db* iſt, ſo erhält er ıahle eines ungleicharmigen Hebels. Geht endlich die Unter- ı das eine Ende *a* oder *b*, während die Druck den anderen ɔ oder *a* oder zwiſchen ihnen gelegene Punkte *c* und *d* in An- nen, ſo wird der Hebel einarmig.

)ruck, die auf einen Hebelarm wirken, können einander derge- 2595
ıenarbeiten, daß der eine eine Störung erzeugt, die der zweite den ſucht. Man nennt den erſteren den Widerſtand, das Ge- die Laſt und den letzteren die Kraft oder das Gegengewicht.

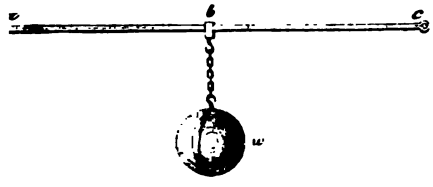
Fig. 92.



Iſt *ab* Fig. 92. ein in *c* unterſtützter Hebel, der das Gewicht *w* trägt, ſo würde dieſes allein den Arm *ac* nach unten und *cb* nach oben führen. Soll der Hebel wagerecht bleiben, e Kraft oder das Gegengewicht *k* mit der nöthigen Stärke ɔeiten.

rt und Weiſe, wie der Stützpunkt und die Druck gegenſeitig 2596
nd, führte zu der Unterſcheidung von drei Ordnungen der He- der Ruhepunkt *c* Fig. 92. zwiſchen dem Widerſtande *w* und

Fig. 93.



der Kraft *k*, ſo haben wir einen Hebel erſter Ordnung. Ein ſolcher zweiter Ordnung entſteht dadurch, daß ſich die Laſt *w* Fig. 93. zwiſchen der Kraft *k* und dem Stützpunkte *c* befindet. Das umgekehrte Verhältniß erzeugt einen Hebel dritter Ordnung. Die Kraft *k* Fig. 94. arbeitet hier zwiſchen der Laſt *w* und dem Stützpunkte *c*.

2597 Fig. 94.

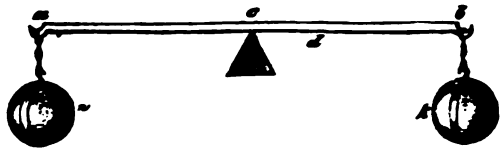
Es ergiebt
aus von selbst,
Hebel erster Ordn
Arme in jeden
sitzen muß. Di
und dritter Ordn
dagegen immer
sentlichen einarm
längert sich auch
Figur 93. und
über c hinaus,
sich dieses Zusatzstück wie ein Gebilde, das dem übrigen Spiele
bels passiv folgt. Da wir uns Alles als schwerlos denken, so
keinen Einfluß auf das Spiel von ac ausüben.

2598 Die Betrachtung der allgemeinen Verhältnisse der Hebelarme
einfachen Fall voraus, daß Kraft und Last unter rechten Winkeln
Anhang Nr. 102. Geschieht dieses nicht, so müssen sie auf ihre rechtwinkeligen Ae
nach den schon früher (§. 2510.) dargestellten Regeln zurückgeführ

2599 Sollen sich hierbei zwei Drucke im Gleichgewicht halten,
ihre **Kraftmomente**, ihre **statischen Momente** oder die
ihrer Druckgrößen in den ihnen entsprechenden Hebellängen gl
Es verhalten sich daher dann die Gewichte umgekehrt, wie die L
Hebelarme, und die Hebelarme umgekehrt wie die Gewichte.

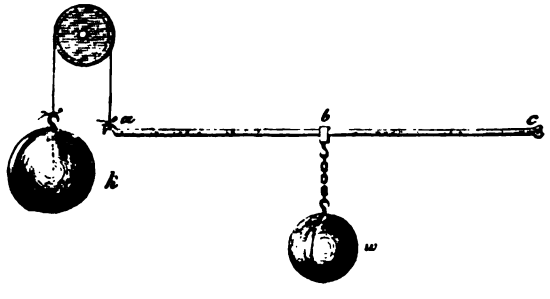
2600 Untersuchen wir aber, wie sich diese Erscheinungen in den
schiedenen Hebelordnungen gestalten, so wird der zwei- und gle

Fig. 95.



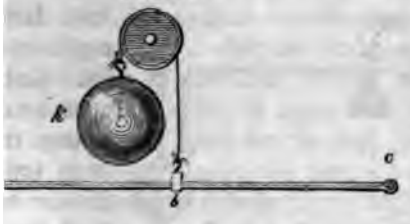
Hebel dieselben
k und w Fig. 95
Gleichgewicht
Rückte aber de
stützungspunkt n
aus, so hätten
$ad = k \times bd$,
$k = bd : ad$ und $k = w \cdot \frac{ad}{bd}$ d. h. k mußte um so viel größe
als bd kürzer, wie ad ist. Die Länge des Hebelarmes spart
Druck, der auf ihn zu wirken bestimmt ist.

Fig. 96.



Liegt der W
w Fig. 96. in d
zweiter Ordnung
dem Ruhepunkt
Kraft, so hat
längeren Hebelar
die Last den kür
Es ist daher wi
$ac = w \times cb$
$w \cdot \frac{cb}{ac}$ d. h. es

Fig. 97.



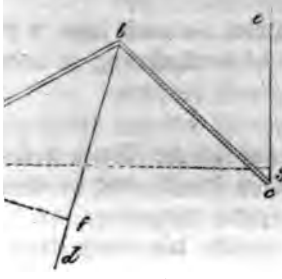
viel an Kraft gespart, ihr Angriffspunkt von dem Ruhepunkte entfernter liegt, als der Angriffspunkt des Widerstandes.

Da die umgekehrten Verhältnisse für den Hebel dritter Ordnung gelten, so wird bei dieser Einrichtung Kraft verlo-

Wir haben für Fig. 97. $k \times bc = w \times ac$ und $k = w \cdot \frac{ac}{bc}$.

Verhältnisse der Winkelhebel und der gekrümmten Hebel lassen eben betrachteten Erscheinungen zurückführen. Ist z. B. abc

Fig. 98.

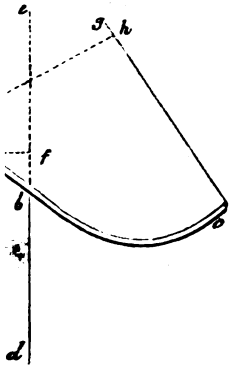


ein eingeknickter Hebel, der seinen Drehpunkt in a hat, in b dagegen von einem Drucke in der Richtung bf und in c von einem Gegendruck in der Richtung ce angegriffen wird, so können wir wieder die gegenseitigen Beziehungen beider bestimmen, wenn wir die Größenwerthe der Linien af und ag, die auf den Kraftrichtungen bd und ce senkrecht stehen, ermitteln und als Hebelarme eintragen.

Anhang Nr. 102

be wiederholt sich für gekrümmte Hebel. Hat wieder abc seinen Drehpunkt in a, während der Druck b in der Richtung bd und der Gegendruck c in der Richtung cg arbeitet, so giebt die Senkrechte af, die hier die Verlängerung von db, nämlich be in f schneidet, den einen und die andere Senkrechte ah den zweiten Hebelarm.

Fig. 99.



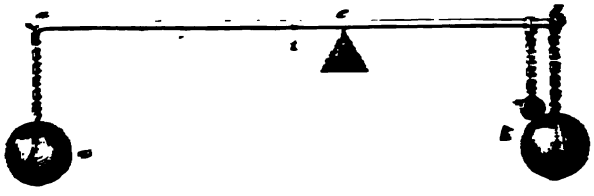
Wir haben bis jetzt uns die Hebel 2602
als mathematische, d. h. als schwerlose Linien aufgefaßt. Da sie aber in der Wirklichkeit Körper von einer bestimmten Form und einem gegebenen Gewichte sind, so müssen wir noch die Verbesserung, mittelst deren man sie auf mathematische

kzuführen vermag, betrachten.

kann sich vorstellen, als sei das Gewicht eines jeden Körpers Schwerpunkte allein vorhanden, als wäre hier ein einziger der Richtung der Beschleunigung der Schwerkraft angebracht

(Bd. I. §. 232.). Haben wir nun einen materiellen Hebel $adcb$ [illegible] 100., dessen Schw[illegible] punkt in d und [illegible] sen Unterstützun[illegible] punkt in c liegt, [illegible] nennen wir das [illegible] wicht desselben s, [illegible] können wir uns [illegible] Sache so denken, wenn ein Druck

Fig. 100.



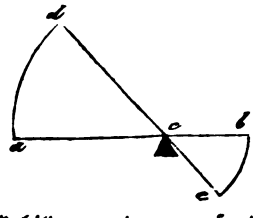
d senkrecht und der Schwererichtung gemäß angreift. Soll ab wage[illegible] bleiben, so muß man in b ein Gegengewicht n anbringen. Da sein [illegible] bc und der der Schwere dc ist, so haben wir wieder $n = s \cdot \frac{dc}{bc}$.

Arbeitete ein Widerstand w an dem Punkte a eines gewichts[illegible] Hebels, so konnte ihm k das Gleichgewicht halten, wenn $k = w \cdot \frac{a}{b}$[illegible] Bildet dagegen ab einen materiellen Hebel, so muß schon b das Ge[illegible] n tragen. Wir haben daher $k + n = k^1$ in Rechnung zu bringen. [illegible] hin $k^1 = \frac{w \cdot ac + s \cdot dc}{bc}$.

Die Schwere des Hebels wird auf gleiche Weise bei den H[illegible] zweiter oder dritter Ordnung denjenigen Druck, der in ihrer Ri[illegible] wirkt, unterstützen und den entgegengesetzten vergrößern.

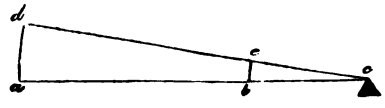
2603 Betrachten wir nun die Bogen, welche die verschiedenen Hebe[illegible] ihren Bewegungen beschreiben, so sei acb Fig. 101. ein Hebel erster [illegible] nung. Geht der Endpunkt a des Armes a[illegible] ad in die Höhe, so senkt sich b um be und [illegible] gekehrt. Die Größen der Bogen ad und b[illegible] hen aber in gleichem Verhältnisse mit den [illegible] längen ac und cb.

Fig. 101.



2604 Die Hebel zweiter und dritter Ordnung [illegible] derholen im Wesentlichen das Gleiche. Da [illegible] die Kraft und die Last in diesen beiden Arte[illegible] Gebilden entgegengesetzt vertheilt sind, so fallen auch die Vortheil[illegible] man hierbei erlangen kann, ungleich aus. Hat z. B. abc seinen [illegible] punkt in c, seine Last in b und [illegible] Kraft in a, so wird zwar s[illegible] Kraft gespart, als ac größer [illegible] ist. Der Widerstand b beschreib[illegible] auch einen um so kleineren Bog[illegible] Liegt umgekehrt die Last in a u[illegible] Kraft in b, so geht zwar Kraft verloren. Die Last bewegt sich abe[illegible] dafür in einem um so größeren Bogen ad.

Fig. 102.



2605 Es erklärt sich hieraus von selbst, weshalb so oft die Hebel [illegible] Ordnung in unseren Bewegungswerkzeugen angetroffen werden.

latur unvollkommen gearbeitet, ſo hätte ſie möglichſt wenig Muskel- hergeſtellt und ſich deshalb der Sparſamkeit wegen an Hebel zwei- rdnung halten müſſen. Wählte ſie dagegen ſolche dritter Ordnung, geudete ſie keine Muskelkraft, ſondern opferte ſie nur der zu errei- n Bewegungsgröße. Es iſt daher eine Vollkommenheit mehr, daß r Verkürzungsmaſſe, mit der ſie nicht zu geizen brauchte, erzeugte.

Fig. 103.

Denken wir uns, *ab* Fig. 103. ſei die Länge der oberen Extremität, *c* der Anſatz des Armhebers und *a* der Drehpunkt des Schultergelenkes, *ac* gleiche aber nur $\frac{1}{6}$ von *ab*, ſo wird zwar der Armheber 6 Mal ſo viel Muskelkraft brauchen, als wenn er ſich in *b* anfügte. Die Fingerſpitzen können aber dafür einen 6 Mal ſo großen Bogen *de* beſchreiben, wenn der Muskel ſelbſt nur den Ausſchlag *fg* bedingt. Der zweiköpfige Armmuskel (Biceps brachii) heftet ſich aus demſelben Grunde mit ſeiner Hauptſehne an den Speichenhöcker, der innere Armmuskel (Brachialis internus) an den Kronenfortſatz und den Höcker des Ellenbogenbeines, der große Lendenmuskel (Psoas major) und der Darmbeinmuskel (Iliacus internus) an den der mittlere und der kleinere Geſäßmuskel (Glutaeus medius und s) an den großen Rollhügel und das Knieſcheibenband an den beinhöcker. Es erklärt ſich hieraus, weshalb ſich häufig die Mus- d die Sehnen in der Nähe der Gelenke und möglichſt weit von gegengeſetzten Enden der ihnen unterworfenen Knochen anſetzen.

raucht ein Theil nur kleine Bogen zu beſchreiben oder iſt es un- 2606
, ihn mit einer größeren Zahl von Muskelfaſern zu verſehen, ſo

uch der Kraftaufwand, der den übrigen thieriſchen Hebeln dritter ng eigen iſt, ſo ſehr es angeht, verkleinert. Die Längenunterſchiede raft- und des Laſtarmes verringern ſich. Viele der ſchwachen Ge- uskeln, die Muskeln der Zunge und des Kehlkopfes können dieſe tniſſe anſchaulich machen.

ergrößert ſich der Widerſtand in bedeutenderem Grade und reichen 2607 **kleine Bewegungsbogen für die beabſichtigten Zwecke aus, ſo verſchmäht die Natur nicht die Vortheile, die Hebel zweiter Ordnung darbieten können. Die Einrichtung des Fußes wird dieſes am Beſten verſinnlichen.**

Fig. 104.

Berührt die ganze Sohle den Boden, ſo liegt die Drehung in der Verbindung der Zehen mit den Mittelfußknochen, *a* Fig. 104., ſo wie wir die Ferſe emporheben. Ruht nun die ganze oder die halbe Körperlaſt in

Fig. 105.

b auf und wirkt sie in der R
richtung *b d*, so können
vorstellen, daß die an dem
beine arbeitende Achillesse
einen Winkelhebel *a b c*
Ist *e c f* parallel *b c*, so
die Kraft den längeren
a f und die Last den kürz
(§. 2600.). Die Wadenmu
nießen dann den Vorzug,
bel zweiter Ordnung
Sie ziehen daher nicht
Körpergewicht des Mensc
dern oft noch bedeutende Lasten, mit denen er beschwert ist, empf

2608 Müssen die Gelenke nach den Seiten verlegt werden, wä
Widerstände in die Mitte und die sie überwindenden Muskeln w
außen fallen, so bedingt es diese gegenseitige Lage der Theile v
daß Hebel erster Ordnung zu Stande kommen. Der Kopf gehör
jenigen Theilen, welche diese Nebenverhältnisse darbieten.

Fig. 106.

Der Schwerpunkt desselben
hältnißmäßig hoch. Ist der Sch
recht gestellt und das Gesicht ge
vorn gewandt, so geht ungefähr di
linie, *a b* Fig. 106., in der Mit
Die Gelenke des Hinterhauptes
ersten Halswirbels, *c* und *d* lie
außen von *a b*. Der Zitzenfortsc
lich, der den Kopfnicker (Ster
mastoideus) aufnimmt, steht in e
größeren Entfernung von *a b*. D
punkt *c* liegt daher hier zwisc
Kraftarm *c e* und dem Lastarm
dessen Projection auf *a b*, wie i
beln erster Ordnung. Aehnliche
nisse kehren für viele Muskeln
belsäule wieder.

2609 Die vielseitige bewegliche Ve
der Skelettheile macht es möglich, daß dieselben Stücke, je na
sich um verschiedene Gelenkverbindungen drehen, als Hebel ungleic
nungen wirken. Die gleichzeitige Bewegung eines anderen Gele
überdieß die Angriffswinkel der Sehnen und mithin auch die Bed
der Kraftentwickelung ändern.

2610 Wir haben gesehen (§. 2607.), daß der Fuß, wenn wir auf
stehen und die Ferse emporheben, nach Art eines Hebels zweiter
thätig ist. Die Drehung fällt hier in die Metacarpus-Zehengelenk
wir dagegen mit übereinandergeschlagenen Beinen und lassen d

Fig. 107.

auf und ab ſpielen, ſo daß [illegible]hung in dem Unterſchenkel-Sprungelenke vollführt wird, ſo arbeit[illegible] wieder die Achillesſehne, *gc* Fig. 1[illegible] an dem Winkelhebel *cba*. Dieſer hat aber jetzt ſeinen Drehpunkt in *b* und ſeine Kraft in *c*; ſeine Laſt liegt in der Verbindungslinie, welche den Schwerpunkt des Fußes mit *b* vereinigt. Denken wir uns, die Zehen *a* trügen [illegible] das in der Richtung *fd* w[illegible] Laſtarm in *ba*. Wir erhalten auf dieſe Weiſe einen an[illegible]er Ordnung. Führen wir ihn auf die wirkſamen [illegible]k (§. 2601.), ſo arbeitet die [illegible] *bh* [illegible] aber, wie bei den Hebeln dri[illegible] [illegible] achten wir das Ellenbogengele[illegible] [illegible] einen [illegible]r, ſo ſei[illegible] punkt des [illegible] ſtückes des [illegible] armes, um de[illegible] das Char[illegible] des Vorderarm[illegible] (§. 2554.) dreht, *b* bezeichne den Speichenhöcker, der die Hauptſehne des zweiköpfigen Armmuskels (Biceps brachii) und *c* den Ellenbogenknorren, der den dreiköpfi-

Fig. 108.

uskel (Triceps brachii) aufnimmt. Eine Laſt *w* ruhe auf der r gemeinſchaftliche Schwerpunkt von ihr und dem Vorderarme in *d*, ſo daß wir den Laſthebel in *da*, den Krafthebel für die in *ba* und den für die Streckung in *ca* haben. Das Ganze 09. bildet zwei Winkelhebel *bad* und *cad*, in denen die Bogengröße der Bewegung auf Koſten der Kraft, wie in den Hebeln dritter Ordnung begünſtigt iſt.

Legen wir aber die Hand, die wir uns in *ab* Fig. 109. vorſtellen wollen, auf den Tiſch *ag* flach auf, biegen das Ellenbogengelenk in mäßigem Grade und laſſen einen Theil der Laſt des Oberkörpers auf dem Arme ruhen, ſo ändern ſich die Verhältniſſe, ſo wie wir jetzt das Ganze gerade ſtrecken und den Vorderarm um die Handwurzel *b* drehen. Denken wir uns nun, die Laſt, welche der Vorderarm jetzt trägt, ruhe auf dem Ellenbogengelenke *c*, ſo daß

Fig. [illegible] sie in der Schwererichtung [illegible] wirkt und *d* bezeich
darüber hinaus gehenden Ellenbogenhöcker, so wi
der dreiköpfige Armmuskel, wenn er bei seiner Zus
ziehung den Oberarm und den Vorderarm vol
streckt und dieser einen rechten Winkel mit der Ha
der, vortheilhaftere Bedingungen nach der Art d
bei zweiter Ordnung finden. Kraft und Last
sich am Anfange ihren Angriffen nach wie *bf* und
dem geradlinigten Hebel *bf* verhalten.

2612 [illegible] Der Fuß kann uns ein Beispiel geben, w
sende Drehungen der Nebengelenke die Angriff
bedeutend zu verbessern im Stande sind. Hel
die Ferse, ohne das Unterschenkel-Sprungbeingelenk zu bewegen, s
sich die Neigung des Unterschenkels und des Fußes, wie sie früh
Drehen wir dagegen gleichzeitig den Unterschenkel, um die Schwerl
der Fußsohle zu erhalten,
diese in *b d*, Fig. 111., d
und die Achillessehne in
läuft, so erhält diese ein
stigeren Angriffswinkel *e c*
Last hat dafür den spitzen
a b d. Jene gewinnt ver
mäßig bei dieser von ande
sachen gebotenen Neben
rung.

Fig. 111.

2613 Trägt ein bewegliches G
fremdes Gewicht, so bewa
Schwerpunkt dieselbe Lage
lange, als alle seine Stück
ändert bleiben. Können f
gen verschiedene Stellunge
men, so ändert sich auch
des Schwerpunktes mit de
nigfaltigkeit der Massenvertheilung (Bd. I. §. 232.). Da nun der
von der Entfernung des Schwerpunktes von dem Drehpunkte abh
giebt die Beweglichkeit der untergeordneten Stücke eines Gliedes di
lichkeit an die Hand, die Hebelwirkungen des Lastarmes zu verklein
die Kraft zu begünstigen (Bd. I. §. 242.).

2614 Beschwert man ein Glied mit einer Last, so wird diese weni
derstand leisten, wenn sie unter sonst gleichen Verhältnissen dem Dr
oder dem zu bewegenden Gelenke überhaupt näher liegt. Wir trag
ein Kind auf der oberen und nicht auf der unteren Hälfte des
armes.

Dieses Verhältniß kommt auch den Backzähnen zu Statte

Fig. 112.

Winkelhebel der Unterkinnlade hat seinen Gelenkfortsatz in *a*, Fig. 112., und seinen Kronenfortsatz in *b*. Der Letztere erfüllt hier die Bestimmung, die wir schon (§. 2515.) an anderen Knochenfortsätzen kennen gelernt haben. Er verlängert den Kraftarm des Schläfenmuskels (Temporalis) *d b*, der sich an ihn anfügt. Bildet sein Hebel *b a* den Winkel *d b a*, so ist sein thätiger Arm *a e*, wenn bei *e* rechte Winkel sind.

Ruht eine Last auf den Schneidezähnen *c* und wirkt sie in der Richtung *f c*, so haben wir unmittelbar für den Lastarm *a c* und mittelbar *a g*. Ginge aber dasselbe Gewicht auf die Backzähne *h* über, te es hier in der Richtung *h i*, so erhalten wir die kürzeren *h* und *a k*. Lassen wir alle Nebenverhältnisse bei Seite, so wird Kraft des Schläfenmuskels den Backzähnen nützlicher, als den skeln sein. Jene sind daher schon deshalb eher im Stande, kwirkungen auszuüben (Bd. I. §. 485 fgg.).

Muskeln von einem unbeweglichen Knochenstücke aus, so kann 2615
nur ihre Thätigkeit in der einen dem Ansatze entsprechenden eltend machen. Die geraden Augenmuskeln drehen auf diese den Augapfel, üben aber keinen Einfluß auf die Stellung des us. Zieht sich eine Muskelmasse zwischen zwei Theilen, die s Gelenkes vereinigt werden, hin, so ist sowohl der Ursprung satz im Stande, die Rolle des Ausgangspunktes zu übernehmen. daher wenigstens zweierlei mögliche Wirkungen. Der zweinmuskel (Biceps brachii) biegt den Vorderarm gegen den verg befestigten Oberarm und leistet den umgekehrten Dienst, wenn rm den unverrückbaren Theil bildet. Geht endlich ein Muskel Sehne über zwei Gelenke hinweg, so können beide oder nur hnen nachgeben. Ist das Bein gestreckt, so wirkt der Schneidertorius) nur auf das Pfannengelenk und trägt zur Hebung des er zur Neigung des Rumpfes bei. Hat sich aber der Mensch kauert, so ist jener Muskel im Stande, seine bedeutend langen kommener spielen zu lassen und seine stärkere Verkürzung geltend (§. 2585.). Die Biegung des Hüftgelenkes und die des Kniefreuen sich seiner Wirkungen gleichzeitig.

: Unterschied der Thätigkeit ändert auch häufig die Hebelverhält- 2616
r sehen es z. B. an dem großen Lendenmuskel (Psoas major) Darmbeinmuskel (Iliacus internus), je nachdem sie den Schenkel Unterleibe zu emporheben oder den Rumpf bei befestigtem Schenkel

diese dagegen um *f* und nicht um *c*, so erhalten die Seitenkräfte *a* das seitliche Gleichgewicht und arbeiten zugleich gemeinschaftlich wenn die Summe ihrer Kräfte in *c* angebracht wäre, einer in *d* b chen Last entgegen.

2624 Die symmetrischen Muskeln des Nackens und des Rückens behe zunächst die seitlichen Lagenverhältnisse des Kopfes und der Wirb Da sie aber die Hinterfläche des Körpers ausschließlich einnehm können sie zugleich als Strecker wirken. Die Kräfte, die ihnen en arbeiten, stammen größtentheils nicht von anderen Muskelmassen, von Zeit zu Zeit verkürzen. Es sind vor Allem die Schwereverh die hier eingreifen (Bd. I. §. 88.).

2625 Eine ähnliche Vertheilung macht es möglich, daß viele Halsm einen vielseitigeren Thätigkeitskreis gewinnen. Wirken beide Ko (Sternocleidomastoidei) gemeinschaftlich, so beugen sie den Kop vorn und unten. Zieht sich aber nur Einer von ihnen zusammen, s det sich das Gesicht nach der einen Seite hin. Der lange Hals (Longus colli), die vorderen geraden Kopfmuskeln (Recti capitis a res majores und minores) erfreuen sich ähnlicher Vortheile.

2626 Da die Arme oder die Beine, unter einander verglichen, symm sind, so wiederholt sich für sie das Gleiche, so wie man die Mi des Körpers zum Ausgangspunkte wählt. Die Armheber (Deltoide nen beide Arme in parallelen Bogen nach vorn oder nach hinten entgegengesetzten, aber gleichen Krümmungen nach außen führen. wir aber nur ein Glied ins Auge, so hört diese Regelmäßigkeit me weil hier häufig die einfache Seitensymmetrie der nothwendigen V faltigkeit der Bewegungen weichen muß. Es entstehen verwickelte gensätze, auf die wir bald zurückkommen werden.

2627 Gebieten seitlich symmetrische Muskelmassen über einzelne, in g Abständen verrückbare Theile, so heben sich ihre Wirkungen nicht au summiren sich vielmehr, um die Entfernung zu vergrößern oder kleinern. Denken wir uns, *a*

Fig. 116.

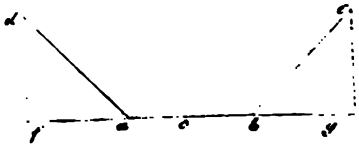


Fig. 116., ändern ihren Ort, sie von sonst gleichen Kräften *eb* oder *af* und *bg* angezogen so vergrößert sich der Abstand *a* der Zug von *a* nach *f* und von *g* geht. Hat die Wirkung die e gesetzte Richtung, so verkleinert er sich. Beide Fälle kommen im vor. Die Mundspalte, der Querdurchmesser der Nasenhöhle o Schlundes erweitern sich unter solchen Verhältnissen. Die Schließ und ihnen verwandte paarige Muskelgruppen dagegen schränken a Weise den von ihnen beherrschten Hohlraum ein.

2628 Die größeren Röhrenknochen der Gliedmaaßen können am Der zeigen, wie seitlich unsymmetrische Muskeln einander entgegenwirk haben hier oft ungleiche Kräfte und ungleiche Hebellängen. Beide hältnisse verbinden sich nicht selten, um das Gleichgewicht in einer

Denken wir uns endlich, alle vier geraden Augenmuskeln zögen sich
zeitig zusammen, so könnten sie den Augapfel, wenn sonst keine Hin-
sse entgegenständen, nach dem Grunde der Augenhöhle zu führen su-
Verkürzt sich dagegen der obere um eben so viel, als der untere
afft, so erhalten wir eine Drehbewegung statt eines einfachen gerad-
en Zuges nach hinten.

Man sieht leicht, daß auf ähnliche Weise die übrigen Körpermuskeln eine 2619
liche Mannigfaltigkeit der Zugrichtungen möglich machen. Die Natur
ie Größe des Wechsels noch dadurch erweitert, daß viele Muskeln in
ne Abtheilungen, von denen jede für sich zu spielen im Stande ist,
len, daß der größte Theil derselben von beweglichen, in verschiedenen
ungen einstellbaren Skeletttheilen ausgeht und manche nicht bloß ein,
rn mehrere Gelenke überspringen.

Es würde hier zu weit führen, alle Verkürzungsgebilde unter diesem 2620
htspunkte zu betrachten. Wir werden überdieß auf eine Reihe von diesen
einungen in dem Abschnitte, der die einzelnen Muskeln des Menschen
ndelt, zurückkommen. Die gegenseitige regelmäßige Vertheilung der
ergebilde begründet aber mehrere allgemeine Normen, mit deren Un-
chung wir uns jetzt am Zweckmäßigsten beschäftigen können.

Die Mittellinie des Kopfes und des Rumpfes hat gleichartige Skelett- 2621
te und Muskeln an beiden Seiten. Sind hier Drehpunkte angebracht,
hen wir auf Hebelwirkungen erster Ordnung, in denen der Ruhepunkt
rhaft in der Mitte liegt oder wenigstens auf diese bezogen zu werden
ag. Gleiche Hebelarme gehen nach beiden Seiten aus. Die Kräfte,
e die Verkürzung der Muskeln liefert, bestimmen es daher, ob die
richtung verändert wird oder nicht.

Denken wir uns die Wirbelsäule als einen elastischen Stab, der nach 2622
hiedenheit der Verhältnisse nach rechts oder links gebogen werden
, so wird er, so lange die Rückenmuskeln beider Seiten im Gleich-
ht sind, gerade bleiben. Herrscht aber die Thätigkeit der einen über
er anderen vor, so muß auch die Aushöhlung des Krümmungsbogens
der thätigen Seite gerichtet werden. Wir haben also hier Gegenstücke,
an und für sich ihrer Form und Größe nach gleich sind. Sie wider-
en einander nur, weil sie gegenüberstehende Seiten derselben idealen
Mittellinie angreifen.

ig. 115.

Da sich diese Wirkung nur auf die Seitenbewegung, nicht aber 2623
auf die Biegung nach vorn oder nach hinten bezieht, so müssen
je zwei einander entsprechende Angriffspunkte, *a* und *b* Fig. 115.,
gleich weit von der Mitte *c* abstehen. Dieses setzt aber nicht
voraus, daß die durch sie gelegte Ebene *ab* die von vorn
nach hinten gehende Achse *de* halbirt. Die Natur gewinnt
sogar an Vielseitigkeit der Wirkung, wenn sie *ce* und *cd*
ungleich macht.

Denken wir uns, *c* befände sich in der Mitte von *de*,
so könnten die bei *a* und *b* wirkenden Kräfte keinen Einfluß
auf die Hebung und Senkung der Achse *de* ausüben. Spielt

richtung als Ganzes wirkt, nicht aus, so können Seitenkräfte, deren
gonalwirkung mit jener zusammenfällt, das Mangelhafte ergänzen.
geordnete Vortheile anderer Art werden hier noch nebenbei gewonnen.
Strecker des Kniees und des Fußes eigenen sich am Besten, uns
Verhältniß klar zu machen.

Soll der Mensch fest stehen, so darf das Knie nicht nachgeben.
und Unterschenkel müssen eine gerade Linie trotz der Last, die
säulenartig tragen, bilden. Die kraftvolle Verbindung konnte aber
den Muskelmassen der gesammten Einrichtung und der übrigen Bestim
des Ganzen wegen übertragen werden.

Die Gebilde, die wir als geraden Schenkelmuskel (Rectus fem
als äußeren und inneren großen (Vasti externus und internus) und
tiefen Schenkelmuskel (Cruralis) unterscheiden, bilden nur vier ver
Köpfe eines mächtigen Streckers des Unterschenkels Extensor cr
Schiefe und gerade Kräfte vereinigen sich hier zu einer gemeinsamen
kung, die sich auf den Unterschenkel mittelst der Kniescheibe und des
scheibenbandes fortpflanzt.

Steht der Mensch, so ruht die Körperlast auf dem Unterschen
Sprungbeingelenke. Will er dann die Ferse emporheben, so sind wied
bedeutende Widerstände zu überwinden (§. 2607.). Der Strecker des
(Extensor pedis s. Triceps surae), dem die Achillessehne angehört, b
daher in ähnlicher Weise aus dem tieferen Sohlenmuskel (Soleus) und
oberflächlichen Wadenmuskel (Gastrocnemius). Jener geht von dem Sch
bein und dem Wadenbein aus, während dieser von beiden Seiten des U
schenkels über den Gelenkköpfen desselben entspringt.

Die verschiedenen Köpfe dieser zusammengesetzten Muskelmassen wi
hierdurch in den Stand gesetzt, auf die Gelenke in ungleichem Grade
wirken. Der äußere und der innere große Schenkelmuskel (Vastus exter
und internus), so wie der tiefe Schenkelmuskel (Cruralis) beherrschen
das Kniegelenk, der gerade Schenkelmuskel (Rectus femoris) dieses
das Pfannengelenk. Der Wadenmuskel (Gastrocnemius) geht auf gle
Weise über das Knie- und das Unterschenkel-Fußgelenk hinweg, wäh
der Sohlenmuskel (Soleus) dieses letztere allein überschreitet.

2634 Antagonisten. — Man versteht hierunter diejenigen Muskelpa
die als Gegenstücke einer bestimmten Drehungsachse wirken. Die ei
suchen deren Endtheil nach der einen und die anderen das zweite End
nach der entgegengesetzten Seite zu bewegen. Beide spielen daher im
gemeinen wie Gewichte, die an einem Hebel erster Ordnung (§. 259
angebracht sind.

Die gewöhnlichsten Thätigkeitsgruppen, welche auf diese Weise
Stande kommen, werden mit dem Namen der Beugung und der Stre
(Flexio et Extensio), der Anziehung und der Abziehung (Adductio et
ductio), der Vorwärts- und der Rückwärtsdrehung (Pronatio et Supin
bezeichnet. Die Bestimmung hängt hierbei davon ab, ob sich die St
nach vorn oder hinten, nach außen oder innen von der mittleren Läng
achse entfernen oder sich um sie in bestimmten Bogenabschnitten dr

lenge Durchführung dieſer Grundlage führt aber auch zu mancher
lichkeit und Willkühr.

enn ſich ein Gelenk nur in einer Richtung bewegen, ſo tritt der An- 2635
mus am Reinſten hervor. Die beiden letztern Glieder der Finger
deswegen bloß ihre Beuge- und ihre Streckſehnen. Geſtatten aber
eile eine vielſeitigere Beweglichkeit, ſo tritt die Schärfe des Unter-
in den Hintergrund, weil ſich dieſelben Muskeln, die in einer
g einander entgegenwirken, in einer andern unterſtützen oder ſich
eus gleichgültiger verhalten können. Die früheren Betrachtungen ha-
s ſchon eine Reihe ſolcher Beiſpiele vorgeführt.

ie Art der Bewegung führt ebenfalls zu Zweideutigkeiten. Ein und 2636
r Muskel kann ein Gelenk ſtrecken und ein zweites beugen. Der
hied hängt nur von dem Wechſel der Angriffspunkte ab. Man ſagt
z. B., daß der Zwillingsmuskel (Gastrocnemius) den Fuß ſtreckt,
ſeine Wirkung von dem Oberſchenkel ausgeht und dieſen letzteren
ſo wie die Ferſe befeſtigt iſt.

leten die Muskeln, die ſich wechſelſeitig beſchränken, gleiche Bedin- 2637
der Kräfte und der Hebelarme dar, ſo hängt ihr antagoniſtiſches
von den einfachſten Verhältniſſen ab. Die Gebilde, die vermöge
lichen Symmetrie paarig werden, gehören vor Allem hierher (§. 2621.).
wegungsgröße richtet ſich nur nach der Kraft, die der eine Theil
t oder die er vor dem anderen voraus hat.

ind die Hebelarme ungleich, ſo muß diejenige Maſſe, die ſich im 2638
eil befindet, eine gewiſſe Menge ihrer Kraft zur Ueberwindung dieſes
miſſes aufreiben. Ein ſchwächerer Gegenfüßler kann daher durch
längeren Hebelarm gewinnen. Uebernehmen die Schwereverhältniſſe
einen Theil des Antagonismus, ſo verzehrt ihr Widerſtand eine ge-
Menge von Muskelkraft (Bd. I. §. 88.).

Man ſtellt ſich häufig vor, daß ſich immer die antagoniſtiſchen Mus- 2639
die feindliche Regungen in Schach halten. Der eine zieht ſich hier-
n jedem Augenblicke um eben ſo viel, als der andere nachgiebt, zu-
n. Eine beſtimmte Größe von Muskelverkürzung wirkt mithin zu allen
. Die Erſchlaffung einer Muskelparthie macht dann gewiſſermaaßen
rts bereiten Einfluß ſeines Gegenfüßlers möglich.

Die Verkürzungsgebilde, welche die durch die Schwere gebotenen Wi-
nde überwinden, können uns am Eheſten von der Unrichtigkeit dieſer
ht überzeugen. Stehen wir aufrecht, ſo ſtrecken die Rückenmuskeln die
elſäule, die ſich unter der Laſt der vor ihr liegenden Gebilde zu beugen
(Bd. I. §. 88.). Legen wir uns auf den Bauch, ſo müßte ſich die
elſäule jener Annahme gemäß nach hinten oder oben aushöhlen. Der
ſ würde unter den gleichen Verhältniſſen nach oben gezogen. Die täg-
Erfahrung lehrt aber, daß dieſes nicht der Fall iſt. Eine beſondere
gung muß erſt die Muskelverkürzung bedingen. Die Thätigkeit durch-
ht nicht fortwährend die lebenden Bewegungsmaſſen; ſie kann daher
h nicht bloß von den Gegenfüßlern gehemmt und ihres freien Spieles
mmt worden ſein.

Andere Erfahrungen führen zu dem gleichen Schlusse. Der innere der äußere gerade Augenmuskel bilden einfache Antagonisten. Durchschneidet man den inneren in dem Hunde, so springt der Augapfel nicht so, wie wenn einer der Anzugsstricke gelöst worden wäre, nach außen. Die Veränderung stellt sich oft erst nach längerer Zeit ein.

2640 Biegen wir die Glieder einer Leiche, so wird der eine Muskel gedehnt und sein Gegenfüßler zusammengeschoben. Ein Mensch kann den gleichen Versuch an einem anderen Menschen anstellen. Es stehen sich nicht Verkürzung und Erschlaffung, sondern Erschlaffung und Erschlaffung gegenüber. Ziehen wir den einen Theil selbstständig zusammen, so tritt eine neue einseitige Anregung hinzu. Man kann daher nicht einmal behaupten, daß der so vieldeutige Begriff des Muskeltonus für die Antagonisten unerläßlich sei.

Störungen des regelrechten Gleichgewichtes. — Die meisten mechanischen Gebrechen gehen aus diesen Unordnungen hervor. Es können sich hier alle Bewegungswerkzeuge oder nur die passiven oder die activen betheiligen. Der letzte Abschnitt der Bewegungslehre, in dem wir die einzelnen Gebilde des menschlichen Körpers betrachten, wird uns Beispiele der mannigfachsten Art kennen lehren.

Sind die Knochen oder die Weichgebilde der Gelenke mißgestaltet, so ändert sich die Lage oder die Hebelwirkung der von ihnen abhängigen Theile. Geht das Leiden von den Muskeln oder den Sehnen aus, so können zweierlei Grundbedingungen eingreifen. Die Theile sind an und für sich zu kurz oder zu lang. Das reine mechanische Verhältniß widerspricht dann den regelrechten Bedingungen. Es ist aber auch denkbar, daß sich eine Muskelmasse unausgesetzt verkürzt, daß sie ihren Ladungszustand aufgiebt. Ein organisches Mißverhältniß ruft daher die mechanische Abweichung hervor.

Der erstere Fall rührt häufig von krankhaften Entwickelungszuständen her. Die widrige Stellungen, wie sie manche Formen der Klumphände und der Klumpfüße bieten, gehören zu den Bildungen, die auch dem gesunden Fötus zukommen. Bleiben sie zurück, so erhalten wir eine Abweichung, die in der ursprünglichen Anlage der Theile gründet ist. Wir dürfen uns übrigens nicht vorstellen, daß die Muskeln und Sehnen allein die Schuld tragen. Die Gestalt der Knochen und der Weichgebilde des Gelenkes verbieten hier oft schon die Rückkehr in die gewöhnliche Lage. Sie müssen sich erst in Folge der Ernährungsverhältnisse ändern, wenn die Trennung der Muskeln von der Sehnen die Ausbildung der gewöhnlichen Zustände möglich machen soll.

Verwundungen und regelwidrige Heilungen können ähnliche Uebelstände in dem Erwachsenen hervorrufen. Sie werden nur im Ganzen zufälligere Verhältnisse als Mißbildungen, die aus der Fötuszeit stammen, herbeiführen.

Man muß übrigens noch unterscheiden, ob sich die Längenverminderung auf die Sehne oder auf den Muskel bezieht. Ist die Sehne zu kurz, so erhält sie den Muskel in einer bestimmten regelwidrigen Stellung, wenn Alles erschlafft oder das Gegentheil zusammengezogen ist. Viele Menschen sind aus diesem Grunde außer Stande, ihre Glieder vollkommen gerade zu strecken. Sind aber die Muskelfasern zu kurz, so geht der Spielraum des Bogens, in dem die ihnen unterworfenen Stücke spielen, verloren, die weitere Beschaffenheit der Muskelmasse gestattet dagegen ein freieres Spiel der Antagonisten. Eine zu kurze Sehne kann ebenfalls jenen Nachtheil veranlassen. Die Störung des Gegenfüßlers hängt aber hier eher von den hemmenden Gebilden des Gelenkes ab.

Die organischen Ursachen der Muskelverkürzungen gehen fast immer, wie es scheint, von dem Nervensysteme aus. Regelwidrige Spannungen unterhalten hier ein Mißverhältniß der Theile, die für gleichartigere Anregungen berechnet sind. Zweierlei Verhältnisse können auch hier zum Vorschein kommen.

Das Gegenstück, das bei der krankhaften Stellung unterliegt, bewahrt seine Kraft. Der andere Muskel erfreut sich nur eines fortwährenden Ueberschusses der Verkürzung und siegt daher auf diese Weise. Die Begünstigung des einen Kopfnickers (Sternocleidomastoideus) ruft so den schiefen Hals (Caput obstipum) hervor.

der Strecker des Nackens, des Rückens und der Lenden kann die Wirbelsäule iehen, der zweiköpfige Schenkelmuskel (Biceps femoris), der halbsehnigte und der ntige Muskel (Semitendinosus und Semimembranosus) das Knie krümmen, der muskel die Ferse emporhalten, der eine gerade Augenmuskel ein einseitiges Schie- anlassen.

lanche Lähmungserscheinungen führen noch zu einem anderen Grundverhältnisse. Jarthie von Muskeln wird vollkommen oder unvollkommen gelähmt und eine an- rankhaft verkürzt. Es erzeugen sich daher anhaltende regelwidrige Stellungen, die werden z. B. in manchen Rückenmarksleiden so sehr gebogen, daß die Ferse das berührt. Die Theile bleiben in dieser Lage oder schnellen sogleich in sie zurück, die Gewalt, die ihnen eine andere Richtung verliehen, losläßt.

efindet sich häufig ein Theil in einer fortdauernden unangemessenen Stellung, so er die Neigung, seine regelwidrige Lage zu behaupten oder sie wenigstens ohne äu- ieranlassung von Neuem anzunehmen. Menschen, die viel schreiben, Frauen, die nzen Tag nähen, gewöhnen sich daher leicht eine schiefe Haltung an. Streckap- dienen in umgekehrter Weise, indem sie Muskeln, die sich übermäßig verkürzen, re natürliche Länge zurückzuführen suchen. Manche gymnastische Uebungen, die ei Rückgrathsverkrümmungen versucht, wie z. B. das Aufhängen an den Händen, nicht bloß zum Zweck, die Muskelmasse zu kräftigen, sondern auch das Gegen- es krankhaft verkürzten Theiles zu stärken. Uebermäßige oder zu lange fortgesetzte ungen, wie sie nicht selten der unüberlegte Gebrauch der Streckbetten mit hrt, schaden häufig durch Erschlaffung. Der nöthige Halt geht um so eher ver-

Durchschneidet man die schuldige Sehne oder den Muskel eines verkürzten Theiles, mht man sich, eine größere Lücke, die sich später mit Narbenmasse füllt (Band I. 718.) zu erreichen. Können geeignete Verbände den Zwischenraum während der r der Heilung vergrößern, so gelangt man um so eher zum Ziele. Läßt sich der nicht festhalten, so wird schon der Erfolg zweifelhafter. Die Sehnendurchschnei- hilft daher im Ganzen sicherer bei dem Pferdefuße, als bei dem Schielen. Der pfel befindet sich aber noch eines anderen Verhältnisses wegen im Nachtheil. Man nämlich häufig, daß die Augen eines Schielenden, der kurz vorher operirt worden, cht stehen, später dagegen in ihre krankhafte Stellung von Neuem verfallen. Die iche Anregung und die übermäßige Verkürzung kehren daher abermals wieder. Die e kann sich überdieß mit der Zeit verlängern und so zu dem alten Uebel zurück- t.

Wir werden in der Folge finden, daß der gesunde Muskel nur eine bestimmte Zeit mmengezogen bleibt, später dagegen, wenn auch der ursprüngliche Reiz fortwirkt, er- t. Es ist aber nicht nachgewiesen, daß dieses Gesetz bei jenen einseitigen Muskel- rzungen, die selbst von Nerveneinflüssen herrühren, aufgehoben wird, daß die Mo- und Jahre lang anhaltende Längenverminderung von genau den gleichen Molecular- derungen, welche die lebendige Zusammenziehung begleiten, abhängt. Wir können auch vorstellen, daß hier ein Wechsel der inneren Beschaffenheit, wie er z. B. die enstarre begleitet, jedoch ohne den nothwendigen Verlust der Reizbarkeit (§. 2316.) Stande kommt.

III. Allgemeine Maaßbestimmungen der Bewegungsverhältnisse.

Gegenseitige Massenvertheilung. — Gehen wir von der Ueber- 2641
gung aus, daß die Natur die möglichste Zweckmäßigkeit und Sparsamkeit in dem Bau der Thiere verbunden hat, so folgt von selbst, daß die Durch- esser, die Oberflächen, der Rauminhalt und die Gewichte der thätigen Theile gegenseitig genau berechnet sind. Diese Größen müssen in jedem einzelnen Stücke mathematische Functionen der ihnen entsprechenden Organe oder der gesammten Körpermasse bilden.

[illegible] die entsprechenden Bewegungen zu zum Gehören [illegible] [illegible] Bewegungen verbinden. Indem sich das [illegible] [illegible] der Bewegungsgesetze [illegible] müssen auch die Zahlen [illegible]

Zur Basis unserer Berechnungen mußte, daß verhältniß [illegible] gleichen Bewegungen des Bewegungsbeines (Bd. I. §. 233.) für [illegible] [illegible] Bedingungen gesetzt werden. Die [illegible] [illegible] [illegible] der meisten Bewegungsgeschäfte gewöhnlich eine Reihe von [illegible] [illegible] [illegible]

ichkeit des Menschen und vorzüglich dem Alter wechseln werden. Die
gungen, die Theile anstellte, führten z. B. zum Schlusse, daß sich
Gesammtgewicht des Armes eines zweijährigen Kindes zu dem des
nes = 1 : 1,96 verhielt. Die oberen Glieder herrschten daher hier
Verhältniß zu dem 67jährigen Manne vor. Alle vier Extremitäten
men beinahe gerade $^2/_3$ des Körpergewichtes in Anspruch.

Wir werden bald sehen, daß das Gewicht der Muskeln kein allge- 2645
nes Maaß ihrer Zugkraft liefern kann. Die Länge, der Verlauf und
Anfügung bilden hier wesentliche Zwischenglieder, die sich nicht in
Gewichte der Masse gleichartig ausdrücken. Bedenken wir überdieß,
schwankend die Bestimmung der Antagonisten ausfällt (§. 2635.), so
man zugeben, daß die Gewichtswerthe derselben nur sehr bedingte
siologische Anwendungen gestatten. Sie geben dafür sicherere Anhalt-
kte zur Beurtheilung der Entwickelungsverhältnisse der Gebilde.

Legen wir z. B. die Ergebnisse, die Theile für einen sehr kräftigen
ihrigen Selbstmörder erhalten hat[1]), zum Grunde, so verhielten sich
Gewichte der Beuger zu denen der Strecker wie 1 : 0,29 an den Fin-
, wie 1 : 1,035 am rechten, wie 1 : 1,068 am linken Ellenbogen und
1 : 2,206 an dem linken Kniee. Die Pronatoren und Supinatoren
Hand hatten 1 : 1,589. W. und Ed. Weber[2]) schlagen ebenfalls
Verhältniß der Beuge- und Streckmuskeln des Kniees zu 1 : 2,2 an.

Wir sehen hieraus, daß der Ellenbogen, der seiner freien Schwebung
er keine Veranlassung zum Einknicken giebt, fast gleich schwere Anta-
isten hat. Die Strecker erhalten dagegen am Kniee doppelt so viel
sse, als die Beuger.

Der Schwerpunkt der einzelnen Stücke hängt von der Form und der 2646
ssenvertheilung ihrer Gebilde ab. Nehmen wir wiederum jenen 67jäh-
n Mann (§. 2644.) als Beispiel.

War der losgelöste Arm ausgestreckt, so fiel die senkrechte Schwer-
ne des Ganzen in die Nähe des Ellenbogengelenkes. Wurde der Ober-
n mit seinen Muskeln entfernt und setzen wir den geradlinigten Län-
nabstand von der Oberfläche der Speiche bis zur Spitze des Mittel-
gers = 1, so lag die Schwerebene von Vorderarm und Hand, wenn Anhang Nr. 103.
in einer Linie fortgingen und die Finger etwas eingeschlagen waren,
von dem Ende der Speiche und $^3/_5$ von dem des Mittelfingers entfernt.
ie der Hand selbst stand etwas mehr, als $^1/_3$ von dem Vorderarm-
andwurzelgelenke und etwas weniger, als $^2/_3$ von der Spitze des aus-
estreckten Mittelfingers ab. Die Finger befanden sich dabei in derselben
age, wie in dem vorigen Falle.

Die Schwerebene des wagerecht gehaltenen Oberschenkels und der Anhang Nr. 103.
Muskeln, die sich an ihn anfügen, war beinahe genau $^2/_5$ von dem höch-
ten Punkte des Schenkelkopfes entfernt. Das Knie befand sich dabei in

---

[1]) Siehe erste Auflage dieses Werkes. Bd. II. S. 156.
[2]) W. u. Ed. Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Göttingen, 1836. 8. Seite 218.

möglichst starker und der Fuß in halber Streckung. Wurde der Un
schenkel mit der Knieſcheibe und dem Fuße losgetrennt, ſo fiel die
rechte Schwerebene nur um ein Unbedeutendes über die Hälfte des
ſtandes von der mittleren Erhabenheit des Schienbeines und dem
chenden Theile der Fußſohle nach dieſer hin hinaus. Die des Fußes
lich lag ebenfalls beinahe in der Mitte zwiſchen der Projectionsfläche
Ferſe und der Zehenſpitzen, doch jener etwas näher, als dieſen.

2647 Fällte man ein Loth von dem Drehpunkte des Unterſchenkel-Sp
beingelenkes auf jene Grundflächenebene, ſo halbirte es faſt genau
Entfernung, um welche die Hinterfläche der Ferſe von der ſenkrec
Schwerebene abſtand. Wir haben aber früher (§. 2610.) geſehen,
die Wadenmuskeln, wenn ſie den frei ſchwebenden Fuß beugen oder
cken, an einem zweiarmigen Hebel arbeiten. Er war hiernach an
näher geprüften Fuße beinahe gleicharmig. Griffen die Wadenmu
ſenkrecht an, ſo brauchten ſie nur ſo viel, als der Fuß wog, zu überwi

Es wurde ſchon §. 2478. dargeſtellt, welche Mittel die N
zu Hilfe zieht, um die Knochen möglichſt leicht zu machen. Das U
ſchenkelbein wog faſt eben ſo viel, als die geſammte Haut des U
ſchenkels und des Geſäßes. Die allgemeinen Decken verhielten ſich
dem Knochengewichte des Unterſchenkels $= 1 : 3$. Sie machten am
etwas weniger als $\frac{1}{3}$ der Knochen, der Bänder, der Sehnen und
wenigen hier befindlichen Muskeln aus.

Die mathematiſchen Betrachtungen, die Prechtl über den Flug der Vögel
ſtellt hat, führten ihn zu mehreren Sätzen, nach denen ſich der Schwerpunkt, die
flächen und die Gewichte der Flügel aus manchen anderen Factoren annähernd
men laſſen.

Es läßt ſich hiernach zeigen [1]), daß der Schwerpunkt des fliegenden Vogelkö
in dem Scheitel der paraboliſchen Widerſtandslinie der Zweckmäßigkeit der Einri
wegen fallen muß. Die Erfahrung hat dieſen Schluß beſtättigt. Die Lage des Sch
punktes und die Flügelbreite ſtehen auf dieſe Weiſe in wechſelſeitiger Beziehung zu
ander.

Die Oberfläche des geſtreckten Ruderflügels läßt ſich, abgeſehen von den k
Fahnenausſchnitten der Ruderfedern, berechnen, wenn man ihre Breite und Läng
Grundwerthe einer Parabel von gleichem Widerſtande anſieht [2]). Bleiben die R
verhältniſſe gleich, ſo verhalten ſich die vierten Potenzen der Flügelſchläge wie die
pergewichte und umgekehrt wie die Flügelflächen oder die Kuben der Flügellänge
Das Gewicht der Flügel ſteht endlich mit der Quadratwurzel des Körpergewichtes
Flügelfläche und des Widerſtandspunktes derſelben, ſo wie mit dem Körpergewich
der Entfernung des Anſatzes des großen Bruſtmuskels von dem Drehpunkte des
armes in Beziehung [3]).

2648 Gelenke. — Wir haben (Bd. I. §. 177.) geſehen, daß der ä
Luftdruck die Gelenke zuſammenhält und die Muskeln entlaſtet.
wählten zur näheren Erläuterung ein Beiſpiel, deſſen Grundwerthe
lichſt ungünſtig für die Wirkung des Luftdruckes ausfielen. Das Ge
des Schenkels überſtieg das gewöhnliche Mittel; die Durchmeſſer der

[1]) J. J. Prechtl, Untersuchungen über den Flug der Vögel. Wien. 1846. 8.
[2]) Prechtl, a. a. O. S. 187. [3]) Prechtl, a. a. O. S. 224.
[4]) Prechtl, a. a. O. S. 220. 221.

den Druckflächen standen dagegen hinter den in der Regel vorkommen- Bd. I. Anhang Nr. 10.
Durchschnittsgrößen zurück. Die Barometerhöhe des Meeresspiegels
dessenungeachtet ein Gewicht, das die Last des Schenkels überstieg.
Wir wollen jetzt die Zahlen, die sich an dem §. 2643. erwähnten Manne
ben, zum Grunde legen, um mit unmittelbaren Erfahrungsgrößen zu
nen und die Schlüsse, die hieraus gezogen werden können, zu entwickeln.

Der Oberschenkel des Mannes war so abgelöst worden, daß nicht 2649
ß alle Muskeln, die sich äußerlich an das Becken anfügen, sondern
ch der innere Hüftbeinmuskel (Iliacus internus) und der innere Ver-
pfungsmuskel (Obturator internus) längs ihrer ganzen Ausdehnung und
größere Lendenmuskel (Psoas major) zur Hälfte mitgenommen wur-
t. Das Gewicht des Schenkels, das 8,4 Kilogr. betrug, fiel daher Anhang Nr. 104.
r zu groß, als zu klein aus. Die Oberflächen des Hüftgelenkes und
Schenkelkopfes nahmen aber so viel Raum ein, daß der Querschnitt,
ch dem der Druck der Atmosphäre bestimmt werden muß (Bd. I. §. 177.),
hr, als das Doppelte der Schenkellast für den Barometerstand des
eeres ausmachte. Sollte er nur die Schenkellast im Gleichgewichte hal-
n, so mußte der Barometerstand auf 341,4 Mm. sinken. Die Muskeln
Menschen hätten daher noch Nichts auf der Höhe des Montblanc zu
gen brauchen.

Der Arm belegt diesen Satz noch deutlicher. Wir wollen hier alle 2650
erthe so ungünstig als möglich annehmen. Das Glied enthielt nicht
ß die sämmtlichen Muskeln, die den Oberarm bedecken, sondern auch
ch die ganze Masse des großen Brustmuskels (Pectoralis major), des
mhebers (Deltoideus) und des Untergräthenmuskels (Infraspinatus).
og es dabei 3,1 Kilogr., so ist wiederum dieser Werth für unseren
eck größer, als er sein sollte.

Die Oberfläche der Gelenkfläche des Schulterblattes bildet kein voll-
mmenes Oval, sondern verlängert sich nach außen hin in einen schma-
en Theil. Lassen wir selbst diesen ganz bei Seite und berechnen wir
ch nur den elliptischen Querschnitt, der dem größeren Oval entspricht, Anhang Nr. 104.
erhalten wir schon eine Druckgröße, die fast doppelt so viel (= 1,96),
das Armgewicht beträgt, bei 760 Mm. ausmacht. Die vollkommene
tlastung foderte dann 387,1 Mm. Der Barometerstand des Montblanc
gt aber noch über 400 Mm. (Bd. I. §. 177.).

Mechanische Verhältnisse bestimmen die Oberflächen der Gelenke und 2651
Querschnitte, welche die entsprechenden Knorpel- und Knochengebilde
fern. Es versteht sich von selbst, daß sie nicht bloß von der Größe
r drückenden Luftsäule abhängen können. Lehren aber das Schulter-
d das Hüftgelenk, daß der Luftdruck in den bewohnten Gegenden mehr
igt, als dem Gewichte der befestigten Theile entspricht, so können wir
en dem äußeren Ansehen nach schließen, daß sich dieses Mißverhältniß
r die meisten übrigen Gelenke erhöhen werde.

Versuchen wir wiederum, die Berechnung an den Gliedern des er- 2652
ähnten Mannes anzustellen und legen wir eher zu kleine, als zu große
Oberflächen zum Grunde, so ergiebt sich, daß das Ellenbogengelenk unge-

Anhang Nr. 104. fähr 6 Mal so klein, als es ist, auszufallen brauchte, um am Mess-
spiegel das Gewicht des Vorderarmes und der Hand zu entlasten. Die-
ser Werth kann zu 8 für das Vorderarm-Handgelenk, zu 35 für das G-
lenk des Zeigefingers und seines Mittelhandknochens, zu 9,4 für d-
Kniegelenk und zu 14 für das Unterschenkel-Fußgelenk angeschlagen werd-

2653 Wir müssen hieraus schließen, daß der Luftdruck nicht bloß die M-
keln entlastet, sondern auch noch selbst die gelenkig verbundenen Kn-
auf den größten europäischen Höhen mit einem gewissen Gewichte
einander preßt.

Wir haben gesehen (Bd. I. §. 166.), daß bisweilen Menschen,
hohe Berge besteigen, plötzlich ermatten und selbst hierdurch an der F-
setzung ihrer Reise gehindert werden. W. und Ed. Weber glau-
annehmen zu können, daß dann der Luftdruck zu schwach sei, um
Muskeln für den Halt der Gelenkstücke überflüssig zu machen. D-
würden daher das Gewicht der Glieder tragen und um so leichter er-
den. Fast alle späteren Forscher haben die gleiche Erklärung angen-
men. Die eben mitgetheilten Berechnungen sprechen in hohem Grade
gen diese Auffassungsweise.

2654 Geschwindigkeit der Muskelverkürzung. — Die kur-
Zeit, welche die Zusammenziehung und Erschlaffung in Anspruch ni-
fällt in den verschiedenen Muskeln ungleich aus, weil hier die Ue-
die Hauptbedingung bildet. Wir werden aber bald finden, daß die Da-
während welcher die sehr raschen Bewegungen fortgesetzt werden, ein z-
tes wesentliches Bestimmungsglied des Ganzen darstellt.

2655 Nehmen wir an, daß ein Soldat 80 Schritte in der Minute b-
dem gewöhnlichen Manövriren macht (Bd. I. §. 248.), so kommen ¾ S-
cunden auf jeden derselben. Kann er es in Sturmschritt auf 200 bring-
so haben wir 18 Tertien für eine einzelne Schrittbewegung. Die Mu-
keln eines jeden der beiden Beine müssen sich aber während dieser kur-
Zeit zusammenziehen und erschlaffen. Viele von ihnen wirken überd-
auf ungleiche Weise in den verschiedenen Augenblicken. Eine bestimm-
Thätigkeit von ihnen kann daher nur eine geringe Zahl von Tertien
Anspruch nehmen. Bedenken wir überdieß, daß Schnellläufer die größe
Geschwindigkeit, die sie erreichen, nicht sowohl durch die Länge, a
durch die vergrößerte Zahl der Schritte zu Stande bringen, so müs-
wir schon hieraus entnehmen, daß die Dauer einer selbst kraftvollen Mu-
kelverkürzung eine kaum meßbare Zeit zu erfodern vermag.

2656 Ich bin im Stande, einen mir geläufigen Herameter, der aus
Buchstaben besteht, in 2 Secunden deutlich herzusagen. Da aber jed
von diesen eine besondere Stellung der Sprachwerkzeuge voraussetzt,
kommen nur 2⅔ Tertien auf je eine der hierzu nothwendigen Ver-
derungen.

2657 Die Einflüsse der Uebung und der Zeitdauer, während der die B-
wegungen fortgesetzt werden, giebt sich in musikalischen Künstlern
Deutlichsten zu erkennen. Ich, der ich seit vielen Jahren die Violi
nicht mehr berührt habe, kann nur den Mittelfinger meiner linken Ha

ıe in dem beabsichtigten Grade niederzuhalten und anzuspannen.
ſehr ausgezeichneter Clavierſpieler theilte mir mit, daß er, wenn
r zum Theil eingeknickt waren, die Hand im Ganzen 360 Mal
inute zu beugen im Stande ſei. Der Zeigefinger allein ergab
Mittelfinger 310, der Ringfinger 180 und der kleine Finger 310.
utenwerth glich 360 für Zeige-, Mittel- und Ringfinger zugleich,
›ie drei äußeren Finger, 260 für den vierten und fünften und
›en dritten und vierten Finger. Wurde aber die Arbeit nur eine
nute fortgeſetzt, ſo konnte der Zeigefinger 100 bis 200 Mal in-
ieſer Zeit gebeugt und geſtreckt werden. Legen wir die für die
ınd angegebene Zahl zum Grunde, ſo haben wir nur 5 Ter-
›ie Verkürzung und eben ſo viel für die Erſchlaffung. Arbeitete
ſinger 200 Mal in der halben Minute, ſo erhält man ſogar
en.

t man abwechſelnd nach einer von zwei Stecknadeln, die unter 2658
:immten Geſichtswinkel aufgeſtellt ſind, und ſetzt dieſes eine halbe
ıng fort, ſo fodert jede dieſer Veränderungen nach Volkmann[1])
den als Minimum. Drei Umſtände verbinden ſich aber hier of-
m die Zeitdauer zu vergrößern. Die Augenmuskeln ſind nicht
als die Finger eines muſikaliſchen Künſtlers. Sie kommen un-
ewöhnlichen Verhältniſſen nie in den Fall, den Augapfel ½ Mi-
hin und her zu wenden. Beſchränkte man daher dieſe Arbeit
ıe Drehungen des Augapfels, ſo würde man ſchon wahrſcheinlich
inere Zeitwerthe der geringeren Ermüdung wegen erhalten. Da
ich genöthigt iſt, jede der beiden Stecknadeln mit dem Blicke
ı, ſo kann man einige Tertien verlieren, ehe man die zweite
einzuleiten beginnt.

he Beſtimmungen, die den Menſchen und die Thiere betreffen, finden ſich bei

desselben bestimmen hilft. Wir müssen daher untersuchen, mit Grade von Genauigkeit wir diese Größe ermitteln können.

Da die einzelnen Fasern desselben Muskels ungleiche Querdu besitzen und auf verschiedene Seitenabstände vertheilt sind, so uns der mittlere Durchmesser eines dieser Gebilde kein Maaß d theilung zu liefern. Wir sind genöthigt, uns feine Durchschn Besten mit dem Doppelmesser, zu bereiten und an ihnen mi Schraubenmikrometers oder eines in dem Diaphragma des Oc findlichen Faden- oder Glasmikrometers zu bestimmen, wie vi auf eine bestimmte Querschnittsgröße kommen.

Die Zahl der Muskelfasern wechselt in den einzelnen Mu selbst in den verschiedenen Muskelbündeln. Keiner der hier zu den Werthe kann daher auf eine allgemeinere Bedeutung Ansp chen. Er vermag höchstens einen ungefähren Begriff über ein Verhalten darzubieten.

Mehrere Umstände vereinigen sich, die Fehlerquellen dieser Bemühungen stern. Viele frische Muskeln können nicht zu solchen Forschungen gebrau weil die Fig. 32. S. 54. abgebildeten Veränderungen der Durchschnittsstellen das jede genauere Messung oder Zählung vereiteln. Die größere Nachgiebig Muskeln ist aber im Stande, zu Täuschungen zu führen. War auch das M noch so scharf geschliffen, wird es auch noch so vorsichtig gehandhabt, so droht die Gefahr, daß die Fasern auseinander gezerrt oder zusammengedrückt w Befeuchtung mit Wasser erhöht leicht diesen Uebelstand; die mit Oel beseiti nigstens nicht. Jede noch so vorsichtige Ausbreitung des Präparates kann di Abstände der Faserdurchschnitte ändern. Einzelne Fasern legen sich nicht Hält man sich daher nicht an vollkommen gelungene Präparate, so kann man diesem Grunde unrichtige Zahlen bekommen. Denn jeder kleine Fehler vervie in bedeutendem Grade, so wie man die Grundwerthe auf die Berechnung Quadratcentimeter überträgt. Der geradlinigt begrenzte Raum der in dem gebrachten Faden- oder Glasmikrometer nöthigt oft, Bruchtheile von Muskel zungsweise einzuführen. Da man die Grenzen mittelst des Schraubenmikrom kührlich bestimmen kann, so fällt wenigstens häufig der eben erwähnte Uebelst nem Gebrauche hinweg.

2660 Die Durchmesser der quergestreiften Muskelfasern eines und Geschöpfes wechseln innerhalb beträchtlicher Grenzen. Man ka annehmen, daß sie zwischen 0,01 und 0,07 Mm. in dem Me liegen pflegen. Viele dieser Gebilde sind in der einen Richtu als in der anderen. Die feineren Fasern herrschen in dem einer stärkeren in dem anderen Muskelbündel vor. Nimmt man Durchschnittswerthe größerer Beobachtungsreihen, so kann ma noch beträchtliche Abweichungen erhalten. Das Ergebniß wird si wesentlich ändern, je nachdem man die stärkeren Zellgewebsmasse die Muskelbündel von einander sondern, berücksichtigt oder vern

2661 Brachte ich z. B. die Abstände in Rechnung, so zeigten 19 bestimmungen, die ich an dem Schneidermuskel (Sartorius) eines 22jährigen Mannes mit dem Schraubenmikrometer anstellte, daß 28633 Muskelfasern auf einen Quadratcentimeter Querschnitt de Muskels kamen. Die einzelnen Fasern gehörten hier zu den dic in dem menschlichen Körper überhaupt vorkommen. Die Bau

Frosches dagegen, die noch stärkere Fasern besitzen, lieferten nur 12755 inen Quadratcentimeter.

Berücksichtigte ich dagegen bloß die Stellen, in denen Faser an Faser ngt war, und vernachlässigte die stärkeren nachgiebigen Zellgewebe- n, welche die größeren Bündel trennten, so erhielt ich 73342 Fasern inen Quadratcentimeter des Brustzitzenmuskels (Sternomastoideus) jungen Katze. Unterwarf ich die einzelnen Bündel des Zungenbein- dknorpelmuskels (Hyothyreoideus) desselben Thieres einer doppelten achtungsreihe, so fanden sich 55272 Fasern in der einen und 63775 r zweiten Bestimmung. Wir sehen hieraus, daß die Werthe mit der hiedenheit der erwähnten Thierarten, den Eigenthümlichkeiten der e und des Alters der Geschöpfe und dem Wechsel der einzelnen kelmassen um das Fünffache schwanken können.

Da die meisten Muskelfasern keine kreisförmigen Querschnitte besitzen und in ge- n Abständen vertheilt sind, so muß man sich hüten, die Zahl der Fasern, die auf ewisse Querschnittseinheit kommen, aus dem mittleren Durchmesser, den man für faser erhalten hat, berechnen zu wollen. Jeder Fehler, der sich in die Bestimmung rundzahl des Durchmessers einschleicht, wächst dann in quadratischem Verhältnisse. Vergrößerung des gefundenen Werthes, den die Vernachlässigung der Zwischenräume führt, theilt das gleiche Schicksal. Der mittlere Durchmesser der Fasern der oben ern Bauchmuskeln des Frosches glich z. B. 0,05 Mm. Betrachten wir ihn als nes Cylinders, so erhielten wir 50930 Fasern für einen Quadratcentimeter, wäh- die richtige unmittelbare Messung nur 12755 ergab. Die Fasern des Brustzitzen- uskels der jungen Katze hatten im Durchschnitt 0,030 Mm. und die des Zungen- Schildknorpelmuskels 0,035 Mm. im Durchmesser. Wir finden hiernach 141471 und 8. Die richtigen Zahlen waren dagegen 73342 und 59524 im Mittel aus den Bestimmungen des zuletzt genannten Muskels. Man sieht hieraus, daß man sich m das Zwei- bis Vierfache irren kann, wenn man ohne Weiteres von den mitt- Faserdurchmessern ausgehen will.

Wir werden später finden, daß es fast unmöglich ist, den mittleren 2662
schnitt eines Muskels mit völliger Sicherheit zu berechnen. Fassen vorläufig den Schneidermuskel ins Auge, so verschmälert er sich oben unten, ehe er in seine sehnigten Anfügungsgebilde übergeht. Es m sich daher die zellgewebigen Hüllen oder die Muskelfasern selbst Quere nach verkleinern. Wir werden demgemäß andere Querschnitts- he erhalten, je nachdem wir nur ein Stück oder das Ganze berück- igen. Hätten wir daher z. B. bestimmt, wie viel Muskelfaser auf n Quadratcentimeter des mittleren Theiles kommen, so dürfen wir n Werth nicht unbedingt auf die durchschnittliche Größe des ganzen skels übertragen. Wissen wir nicht mit Bestimmtheit, daß jede Faser dem einen bis zu dem anderen Ende fortgeht, so können wir nur Ergebniß auf die untersuchte Gegend allein beziehen.

Der Schneidermuskel der §. 2661. erwähnten Leiche war 5 Decimeter lang und 145,6 Grm. Nehmen wir an, daß seine Eigenschwere 1,0643 glich, so betrug sein erer Querschnitt 2,973 Quadratcentimeter. Ein Mittelstück desselben, dessen Länge Centimeter im Durchschnitt aus 10 Messungen betrug, hatte 6,92 Cubikcentimeter ninhalt. Sein mittlerer Querschnitt war daher 3,66 Quadratcentimeter. Die Zahl Muskelfasern, die im Ganzen auf einen Quadratcentimeter kommen, wurde an die- Theile bestimmt. Wir erhalten daher 104796 Muskelfasern für den ganzen Quer- t dieser Gegend. Wir würden irren, wenn wir die Gesammtsumme nach dem

Bd. I. Anhang Nr. 10.

mittleren Totalwerthe 2,97 Quadratcentimeter berechnen wollten, weil offenbar [illegible] Muskelfasern an den schmäleren und noch nicht sehnigten Stellen auf einen Qua[illegible] centimeter kommen müssen.

2663 **Verkürzungsgröße, Kraft und Nutzwirkung der Mu[illegible]keln.** — Zieht sich eine Muskelfaser zusammen, so verräth ihre Lä[illegible] abnahme die Größe der Verkürzung. Das höchste Gewicht dagegen, [illegible] sie dabei emporziehen kann, bezeichnet den Kraftwerth, mit dem sich [illegible] Breite auf Kosten ihrer Länge vergrößert. Es wird auf diese Weise [illegible] bestimmte Last um eine gewisse Höhe gehoben. Wir haben endlich [illegible] früher (Bd. I. §§. 254. 255.) gesehen, daß die Mechanik das für [illegible] gegebene Zeiteinheit gültige Product dieser beiden Größen mit den [illegible] men der Nutzwirkung, des mechanischen Momentes oder der dynami[illegible] Einheit zu bezeichnen pflegt.

Denken wir uns, ein 10 Centimeter langer Muskel verkürze sich [illegible] Secunde lang um 5 Centimeter und hebe dabei 50 Grm., so wird [illegible] Verkürzungsgröße ½ oder 50%, seine Kraft 50 Grm. und seine für [illegible] Secunde gültige dynamische Einheit 250 Grammen-Centimeter betra[illegible]

2664 Jede Muskelfaser besteht aus einer Reihe neben einander lieg[illegible] Fäden und jedes Muskelbündel aus vielen benachbarten Muskelfa[illegible] Stellen wir uns vorläufig das Ganze unter dem Bilde vieler und [illegible] dicker und gleich kräftiger Fäden vor, so ergiebt sich von selbst, daß [illegible] Verkürzungsgröße unter sonst übereinstimmenden Bedingungen von [illegible] Länge, die Kraft von der Zahl der Fäden oder dem Querschnitte [illegible] Ganzen und die dynamische Einheit von dem Producte beider, dem [illegible] lumen oder dem durch die Eigenschwere getheilten Gewichte der Gesam[illegible] masse abhängen wird.

Lassen wir die bald zu erwähnenden Bedenken, die sich zwischen [illegible] Verhältnisse der Wirklichkeit und die eben angenommene Vorstellung [illegible] gen, bei Seite, so muß sich eine Muskelfaser, die 10 Centimeter la[illegible] ist und 100 gleichartige Fasern enthält, 10 Mal so stark verkürzen, al[illegible] keine größere Kraft, als eine in dem gleichen ursprünglichen Zustan[illegible] befindliche Faser, die 1 Centimeter Länge und 100 Fäden hat, ausübe[illegible] Sind dagegen beide gleich lang und besitzt die eine 100 und die and[illegible] 1000 Fäden, so vermag diese mit 10 Mal so viel Kraft zu arbeite[illegible] Sie kann sich aber nur um eben so viel verkürzen, wenn alle übrig[illegible] Bedingungen übereinstimmen. Die Muskelfaser, die 10 Centimeter la[illegible] ist und 1000 Fasern enthält, wird endlich dieselbe dynamische Einhe[illegible] wie die gleich beschaffene Faser, die nur einen Centimeter Länge u[illegible] 1000 Fasern besitzt darbieten.

2665 Der Schöpfer der genaueren wissenschaftlichen Bewegungslehre, Bo[illegible]relli[1]), trug diese auf einer unbedingten theoretischen Voraussetzu[illegible] fußende Folgerung auf die Verhältnisse der Wirklichkeit über. Die Ve[illegible] kürzungsgröße hängt nach ihm von der Länge der Muskelfasern, das üb[illegible]

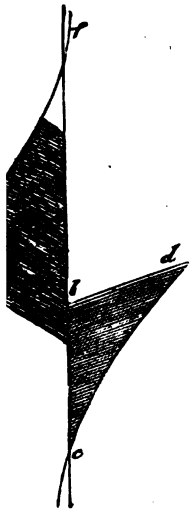
[1]) A. Borelli, De motu animalium. Pars I. Lugd. Batav. 1685. p. 141 u. 15[illegible]

Gewicht oder die Kraft von der Dicke, dem Querſchnitte oder
l der Faſern und das mechaniſche Moment von dem Producte
ɔedingungsglieder ab. Die Nachfolger Borelli's wiederholten in
el den Satz ohne weitere Einſchränkung oder höchſtens unter der
ɛzung, daß alle Muskelfaſern dieſelbe Dicke beſäßen [1]). Manche
:n beſtimmten ohne Weiteres die Längen der Muskelfaſern und
rſchnitte der Muskeln und brachten ſie mit einzelnen, durch Ver-
ſundenen Zahlen in Beziehung. Wir müſſen daher unterſuchen,
Fehlerquellen dieſes Verfahren ausgeſetzt zu ſein vermag.

: ſind im Stande, die verſchiedenen Längen, welche die Muskel- 2666
n ihrem ruhenden und ihrem verkürzten Zuſtande beſitzen, mit
:it zu beſtimmen, wenn alle fadenförmigen Gebilde die gleiche
nd denſelben parallelen Verlauf haben. Kein Muskel erfüllt zwar
ɔerung im ſtrengſten Sinne des Wortes. Die Abweichungen fallen
B. in dem Kopfnicker (Sternocleidomastoideus), dem Bruſt-Zun-
und dem Bruſtſchildknorpelmuskel (Sternohyoideus, Sternothy-
:) des Menſchen, dem Zungenbein-Zungenmuskel (Genioglossus),
ɔneidermuskel (Sartorius) [2]) des Froſches ſo gering aus, daß ſie
ɔeblichen Irrungen herbeiführen.

ɔers dagegen verhält es ſich in denjenigen Muskeln, die ſtärkere
lätter an einer oder an beiden Seiten tragen (§. 2462.). Den-
uns die Verhältniſſe am Schärfſten ausgeſprochen, ſo haben wir
es Sehnenblatt *ef* Fig. 118. an dem Urſprunge und ein unteres

Fig. 118.



cd an dem Ende des Muskels. Die Hauptſehne *ac* verlängert ſich mehr oder minder längs der Mittelachſe der Muskelmaſſe *cf*. Die Muskelfaſern gehen in ſchiefen Bahnen dahin. Sie haben überdieß die verſchiedenſten Längen, wie es die Striche anzudeuten ſuchen. Die Wadenmuskeln (Gastrocnemius und Soleus) können uns dieſe Verhältniſſe am Eheſten verſinnlichen. Man wird aber finden, daß das Gleiche an den meiſten übrigen Muskeln wiederkehrt.

Verfolgte ich z. B. die Muskelfaſern des Zwillingsmuskels (Gastrocnemius) eines 68jährigen Mannes auf geeigneten Schnitten von einem Sehnenblatte zum andern, ſo ſchwankte ihre Länge in dem äußeren Kopfe von 37 bis 72 und in dem inneren von 40 bis 60 Millimeter. Der Wadenmuskel ergab in dieſer Hinſicht 16 bis 31 Mm. Die ſchiefen Faſern, die unmittelbar zur Achilleſsehne hinübergingen, ſtanden noch zum unter den genannten Minimalwerthen. Es iſt daher unmöglich,

[1]) H. Weber, in Müller's Archiv. 1846. 8. S. 513.
[2]) Nach der von Dugès vorgeſchlagenen Bezeichnung.

eine irgend richtige mittlere Länge hier herauszufinden, weil die
langen Fasern auf die verschiedenste Weise und in den mannig
Mengen vertheilt sind. Die Zahl der Messungen kann nicht die
quellen, welche diese Ursachen herbeiführen, beseitigen. Wenn e
versucht würde, die mittlere Länge der Wadenmuskeln ferneren
mungen zum Grunde zu legen [1]), so fehlt diesem Werthe die Si
welche die Zuverlässigkeit der abgeleiteten Zahlen unbedingt vo

2667 Besteht ein Muskel aus parallelen Fasern, die in der Richt
gemessenen Länge dahingehen, so wird auch die Verkürzung der
masse die Längenabnahme richtig ausdrücken. Sind sie aber g
Linie, welche als Achse des Ganzen betrachtet wird, geneigt, so
von ihrer Stellung ab, welche Abweichungen zu Stande kommen.
den sie jene Längenachse unter den gleichen Winkeln, so müssen
luten Werthe zu klein ausfallen. Sie werden sich dann, wie d
der einen Kathete zu der der Hypothenuse verhalten. Das V
dagegen, in dem die verkürzte Faser zu der erschlafften steht,
gleich bleiben, so lange die übrigen Nebenbedingungen dieselben
ausüben. Wir haben nur ähnliche Dreiecke, deren entsprechend
verglichen werden. Neigen sich dagegen die Fasern unter vers
Winkeln zur Längenachse des Ganzen, so müssen nicht bloß die
Werthe zu klein, sondern auch die verhältnißmäßigen Durchschnitt
die das Ganze giebt, unrichtig ausfallen. Da nun alle drei Fäl
Wirklichkeit vorkommen, so ergiebt sich von selbst, daß man n
Weiteres die Zahl, die man für einen Muskel gefunden hat, a
beliebigen zweiten übertragen darf.

Die Ausdrücke, deren wir uns zur Darstellung des §. 2664. angeführte
schen Grundsatzes bedienten, fußen auf dem Vorbehalte, daß die Grundbedingu
denen die Längen der Muskelfäden bestimmt werden, die gleichen bleiben. W
später sehen, daß die Spannung und die Molecularbeschaffenheit die Ausdeh
die Verkürzung wesentlich ändern. Es können daher nur Größen, in denen je
pfeiler dieselben Einflüsse besitzen, verglichen werden.

2668 Betrachtet die Theorie den Querschnitt als ein Bedingungs
Muskelkraft, so nimmt sie an, daß die Fäden auf das Engste z
liegen, daß alle Punkte der Durchschnittsfläche aus Atomen der
zungsmasse bestehen. Kein Muskel genügt aber dieser Foderun
nachlässigen wir auch die Substanz, welche die Muskelfäden in je
zusammenhält, so trennen doch Perimysialhüllen der verschiedenf
die einzelnen Muskelfasern. Der Raum, den diese einnehmen,
von Muskel zu Muskel. Hätte ich daher auch die Kraft, welche d
schnittseinheit eines Muskels entspricht, auf das Genaueste b
können, so wäre es ein Irrthum, wenn man sie, wie es geschehe
einen zweiten verschiedenen Muskel desselben oder eines anderen

[1]) Ed. Weber, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II
Braunschweig, 1846. 8. S. 80. E. H. Weber, in Müller's Archiv.
S. 314.

ge. Denn ein Quadratcentimeter Zungenschildknorpelmuskel (Hyo-
) des Frosches ist etwas Anderes, als ein Quadratcentimeter Wa-
kel (Gastrocnemius und Soleus) des Menschen.

r Satz, daß die Kraft der Muskeln der Zahl der Muskelfasern 2669
he, gilt natürlich nur unter der der Wirklichkeit widerstreitenden
setzung, daß alle Fasern die gleiche Dicke besitzen. Da aber dieses
That nicht der Fall ist, so kann die bloße Menge derselben kein
für die Muskelkraft liefern. Nur das Verhältniß der Masse der
ick angenommenen Muskelfäden zu den fremdartigen, nicht ver-
n Gebilden vermag hier als Bestimmungsglied aufzutreten.

r haben gesehen (§. 2662.), daß die Berechnung des Querschnittes 2670
ntniß der Länge, des Rauminhaltes oder des Gewichtes und der
were voraussetzt. Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß es un-
ist, den mittleren Querschnitt schief- und ungleichfaseriger Mus-
ie der Wadenmuskeln des Menschen, mit Sicherheit aufzufinden.
ne Schwierigkeit gesellt sich aber noch hinzu. Schneiden wir einen
heraus, so ändert sich seine Länge. Legen wir dann z. B. den
schildmuskel (Hyoglossus) eines Frosches auf den Tisch und messen
usdehnung, um sie der Querschnittsbestimmung zum Grunde zu le-
haben wir nicht mehr die natürliche Länge, die er bei vollkomme-
he in dem lebenden Körper besaß. Die Widerstände der Adhäsion
schon diese Größe. Dieser Uebelstand hat eine um so größere Be-
, als der Längenwerth eine zweite wichtigere Rolle, wie wir so-
hen werden, übernehmen kann.

beitet man am Frosche, so ist man der Kleinheit der Gebilde we- 2671
indert, den Rauminhalt und die Eigenschwere unmittelbar zu be-
. Man muß sich daher dadurch helfen, daß man das Gewicht des
uskels mit der specifischen Schwere der Muskeln größerer Ge-
wie des Menschen, theilt. Dieses Verfahren schließt natürlich
wisse Unrichtigkeit ein. Es läßt sich aber mit Recht annehmen,
hieraus hervorgehende Fehler in Verhältniß zu den übrigen Ir-
, denen die Ermittelung des Querschnittes unterliegt, vernachläs-
werden vermag.

ie Kraftbestimmung muß natürlich den Werth der Verkürzungsgröße 2672
ließen. Weber[1]) suchte dieses Ziel auf eine scharfsinnige Weise
eichen. Denken wir uns, wir befestigen einen 20 Millimeter lan-
Muskel an seinem oberen Ende und beschweren ihn an dem unteren
) Grm., so wird ihn diese Last um eine gewisse Größe ausdehnen.
n wir nun an, seine Länge messe dann 30 Millimeter und er ziehe
nter dem Einflusse des Rotationsapparates um 10 Millimeter zu-
n, so muß er seine ursprüngliche Länge in dem verkürzten Zustande
gewinnen. Seine Kraft wird gerade die Ausdehnung, welche die
m. in der Ruhe herbeiführen, aufheben oder Kraft und Last wer-

---

b. Weber, a. a. O. S. 87.

den sich das Gleichgewicht halten. Wir wollen daher den auf dies gefundenen Werth mit dem Namen der Gleichgewichtskraft bezeichn

2673 Man hat es nie in seiner Gewalt, gerade dasjenige Gewicht, Dehnungsgröße an dem ruhenden Muskel mit dem Kraftwerthe d kürzten zusammenfiele, auszuwählen. Ich habe ungefähr mehr Muskeln auf die verschiedenste Weise gerüst, ohne daß es mir öf ein Mal gelungen wäre, jene bis auf Bruchtheile eines Millime hende Uebereinstimmung in irgend einem Falle zu treffen. Web gegnete offenbar derselben Klippe. Denn er leitet die von ihm ge auf einen Quadratcentimeter zurückgeführte Kraftbestimmung der muskeln nicht aus einer einfachen Beobachtung, sondern aus der seitigen, später zu besprechenden Vergleichung zweier Grenzwerth Die sichere praktische Ausführung hängt daher von einem Zufal kein Mensch berechnen kann und der sogar nur äußerst selten zu pflegt, ab.

2674 Nehmen wir aber auch an, eine solche Beobachtung sei voll befriedigend ausgefallen, so kann der erhaltene Werth, gleich all zu erreichenden Zahlen, keine physikalische Sicherheit und Bestä darbieten. Die Wirkung eines jeden Muskels schwankt von Zeit Sie sinkt und erholt sich von Neuem. Mögen wir nun den Ver mittelbar nach dem Tode oder einige Zeit später angestellt haben, sen wir immer nicht, ob wir gerade die stärksten Thiere ausgewäl den günstigsten Augenblick, in dem die Kraftentwickelung und die citätsverhältnisse die höchsten Werthe herbeiführen, getroffen hab versteht sich aber von selbst, daß nur Zahlen, die dieses verbürg Foderungen genügen könnten.

2675 Man muß sich übrigens bei dieser Art von Kraftbestimmung Mißverständnissen in Acht nehmen. Der ruhende unbelastete o seinen natürlichen Verhältnissen gemäß ausgespannte Muskel h denselben Querschnitt, wie der künstlich beschwerte in dem Augenb Verkürzung. Er würde aber unter dem Einflusse seiner natürlic heftungen andere Kräfte ausüben, weil er dann andere Spannun gungen besitzt. Der Unterschied der absoluten und der natürlich kungen der Verkürzungsgebilde, auf den wir später zurückkomme uns dieses klarer machen.

2676 Will man den Foderungen der Theorie genügen und die Mu auf Querschnittbestimmungen zurückführen, so kann man auch n einer zweiten Grundlage ausgehen. Hängen wir ein immer Gewicht an das untere Ende eines ausgeschnittenen und oben be Muskels, so nimmt seine Länge zu und sein Querschnitt ab. die Last um so weniger, je schwerer sie ist, bis endlich seine Zu ziehung das Gewicht nicht mehr emporzieht und er sich sogar in g Maaße, wie wir später sehen werden, verlängert. Wählen wir Augenblick, in dem die Länge des Muskels um einen sehr kleinen

[1]) Ed. Weber, a. a. O. S. 87.

illimeter oder noch weniger vermöge seiner Zusammenziehung
nd vernachlässigen wir diese Minimalgröße, so erhalten wir
lgewicht, das wir auf die unter den gegebenen Bedingungen
olute Maximalkraft des Muskels beziehen können.
ben §. 2666. bemerkt, daß wir den mittleren Querschnitt der 2677
skeln nicht mit der Genauigkeit, welche die Ausgangswerthe
kalischer Bestimmungen fodern, berechnen können. Dieser Um-
en Versuch rechtfertigen, das Kraftmaaß nicht auf die Quer-
n, sondern auf das Gewicht des Muskels, das nicht so viele
i darbietet, zurückzuführen.
Quadratcentimeter mittleren Querschnittes des Zungenschild- 2678
:ls eine andere Menge von Muskelfäden enthält und daher
ıdere Kraft unter sonst gleichen Bedingungen, als ein Qua-
er der Wadenmuskeln entwickeln wird, so ergiebt sich von
:der Werth, den man hier zu erhalten vermag, bloß für einen
Muskel, ja streng genommen nur für das dem Versuche un-
Thier gelten kann. Es läßt sich aber mit Recht voraussetzen,
elne Muskel im Durchschnitt eine gewisse gegebene Länge für
n und sein Gewicht besitzt, und daß das gegenseitige Ver-
emlich in den verschiedenen völlig ausgebildeten gleich kräftigen
wiederkehren wird. Gehen wir von diesem Grundsatze aus,
›ir das Gewicht als Kraftmaaß betrachten. Wir sagen dann
›aß ein Gramm Wadenmuskel eines ausgewachsenen Frosches
einlich ungefähr aller gleich entwickelten und gleich kräftigen
gewisse Menge von Grammen Last zieht. Denn der Bau
fodert es, daß eine beständige und keine willkührliche Länge
nten Gewichtseinheit jedes einzelnen Muskels entspricht. Es
'erselbe Irrthum, wenn wir annehmen wollten, daß ein Grm.
[überhaupt jenes Beschwerungsgewicht trägt, als wenn wir
ein Quadratcentimeter Querschnitt aller Froschmuskeln die-
:ie wir an einem gefunden haben, emporzuheben im Stande

üder Weber [1]), welche die letztere Ansicht theilen, warfen meinen frühe-
ıgen vor, daß ich Kraft und Nutzwirkung verwechselt habe. Der Grund
nten Deutung liegt aber nur darin, daß jene Forscher nicht berücksichtig-
ie von 1 Grm. Muskelsubstanz überhaupt, sondern nur von 1 Grm. die-
bestimmten Muskels und Thieres gesprochen habe. Vgl. hierüber Can-
mann's Jahresbericht für 1846. Bd. I. Erlangen. 1847. 4. S. 175—177.
ß sich übrigens hier noch vor einem anderen Mißverständnisse hüten. Ver-
ämlich die Längen und die Gewichte der Wadenmuskeln eines kleinen und
eines großen und sehr kräftigen Frosches, so finden wir, daß die Längen
ıa weniger, als die Gewichte zunehmen. Es ergiebt sich hieraus, daß ein
'uskel mehr Querschnitt oder mehr wirksame Fäden, als ein schwacher
› — ein Satz, zu dem wir auch schon auf anderem Wege gelangt sind
)1.). Die Verkürzungsgröße gewinnt mithin weniger, als die Kraft. Es
f diese Weise, wie ein Mensch sehr lang und schwach und ein anderer klein,

---

ber, a. a. O. S. 85. 86. E. H. Weber, a. a. O. S. 513.

gedrungen und stark sein kann. Wir dürfen diesen Umstand nie aus den Augen l
wenn wir die Thätigkeiten gleichartiger Muskeln verschiedener Geschöpfe zusamme

2679 Die Berechnung der Nutzwirkung stößt nicht auf so viele Schwi
keiten, als die Feststellung der Kraftwerthe. Sie setzt voraus, daß
das angehängte Gewicht mit der Hubhöhe oder mit der unmittelbar
obachteten Verkürzungsgröße der Muskeln vervielfältigt. Da aber
sichtbare Längenabnahme der ganzen Muskeln in Gebilden, die schiefe
fern besitzen, kleiner, als die wirkliche Verkürzung der einzelnen Mu
fasern ausfällt (§. 2667.), so ergiebt sich von selbst, daß z. B. die d
den Versuch zu ermittelnden Größen der Nutzwirkung der Wadenmu
hinter der Wahrheit zurückbleiben müssen. Wir können deshalb nicht
dynamische Einheit dieser Muskelgebilde mit der geradfaseriger Mu
wie des Zungen-Schildknorpelmuskels vergleichen.

2680 Da diese dynamischen Größen die Einflüsse der Länge und
Querschnittes der Muskelmasse zugleich einschließen, so versteht sich
selbst, daß hier das Volumen oder das Gewicht den Vergleichungs
stab geben wird. Nehmen wir an, die Eigenschwere der Muskel
gleiche 1,06, so dürfen wir z. B. sagen, daß ein Cubikcentimeter de
ben 106 Grm. 1 Centimeter hoch hebe oder das 100fache seines eig
Gewichtes um diesen Abstand oder richtiger um eine gewisse Zahl
Procenten seiner Dehnungslänge emporziehe.

2681 Die Bestimmungen, die wir auf diesem Felde gewinnen können, sch
ßen jedoch eine fast unvermeidliche Lücke ein. Jedes mechanische Mo
bezieht sich auf eine gewisse Zeiteinheit. Wenn ich z. B. sage, daß
Mensch, der unbelastet einen nicht steilen Weg emporgeht, 280,8 Kilogra
Kilometer Arbeit liefert (Bd. I. §. 260.), so bezieht sich dieses auf
Leistung eines Tages. Zusammenziehung und Ruhe wechseln zwar
bei. Die Thätigkeit kann jedoch so lange fortgesetzt werden, daß
ein Gesammtergebniß für einen größeren übersichtlichen Zeitraum erh
Der noch ausgeschnittene Muskel dagegen behält das Maximum der
kürzung nur eine Reihe von Secunden im günstigsten Falle bei. Er e
schlafft dann nach und nach und erholt sich später nie mehr oder nur
unvollkommener Weise. Wir erhielten daher zu kleine Werthe, wenn
selbst nur die mittlere dynamische Einheit für eine Minute berechnen wo
ten. Man berücksichtigt deshalb bloß die Wirkung des ersten Augenblick
um so die Thätigkeiten desselben Muskels, wie sie zu verschiedenen Zei
zu Stande kommen, oder die Wirkungen mannigfacher gleichartiger Mu
keln unter einzelnen Nebenbedingungen zu vergleichen.

2682 Alle Versuche, die man über die Verkürzungsgröße, die Kraft u
die Nutzwirkung der Muskeln anstellt, können nur zum Zwecke haben,
höchsten Werthe, die unter den günstigsten Verhältnissen möglich sind, a
zufinden und den Grad der Wirkungsabnahme, die gewisse Einflüsse
beiführen, zu ermitteln. Wenn man daher z. B. sagt, daß eine gr
Thätigkeitsgröße einer bestimmten passenden Einheit des Muskels
spricht, so bezieht sich dieses nur auf das Maximum, das in einer
gedehnteren oder beschränkteren Versuchsreihe gefunden worden ist.

später eine glücklichere Beobachtung noch höhere Zahlen, so verliert
lich der zuerst erhaltene Werth die Bedeutung, die er seiner Maxi-
atur ausschließlich verdankt. Man muß daher alle Bestimmungen
dem Vorbehalte, daß noch größere Wirkungen möglich seien, auf-

Absolute und natürliche Thätigkeit der Muskeln. — Be- 2683
ren wir das untere Ende eines ausgeschnittenen und frei aufgehäng-
Muskels mit Zuggewichten oder spannen wir ihn an dem Kraftmesser
o dehnt sich seine Masse nach Maaßgabe ihrer Elasticitätsverhältnisse.
überschreitet bald die Länge, welche sie bei ihrer natürlichen Anhef-
zu erreichen im Stande ist. Der hohe Grad von Dehnung und die
)indert wirkende Spannung üben einen bedeutenden Einfluß auf die
igkeit des Muskels aus. Wir werden sehen, daß ein Theil der Wirk-
:it desselben unter diesen Nebenbedingungen verloren zu gehen pflegt.
itten wir den Muskelfasern, sich ungehindert zu dehnen und zu span-
erforschen wir auf diese Weise ihre absolute Arbeit, so bereiten wir
selbst ein Hinderniß, das mit der Größe der Zuggewichte zunimmt.
en wir dagegen den Muskel, während er seine natürliche Anheftung
hrt, so erreicht seine Verlängerung früher oder später eine gewisse
den Skeletttheilen und den Gelenkgebilden bestimmte Grenze. Die
hung der Beschwerung ist oft nicht mehr im Stande, die Dehnung
die Spannung irgend zu vergrößern. Dazu kommt noch, daß die
den senkrecht aufgehängten Muskel bei freier Dehnung unter dem
tigsten Winkel angreift. Werden dagegen noch die natürlichen Hebel
ständig erhalten, so richtet sich der Angriffswinkel nach der Lage der
le. Wir müssen daher die absolute und die natürliche Thätigkeit der
skeln genau unterscheiden. Es ist sogar in den meisten Fällen nicht
lich, diese beiden Arten von Leistungen unmittelbar zu vergleichen,
wir meist nicht die Einflüsse der Spannungsgrade und der Angriffs-
kel auf sichere Zahlen zurückführen können.

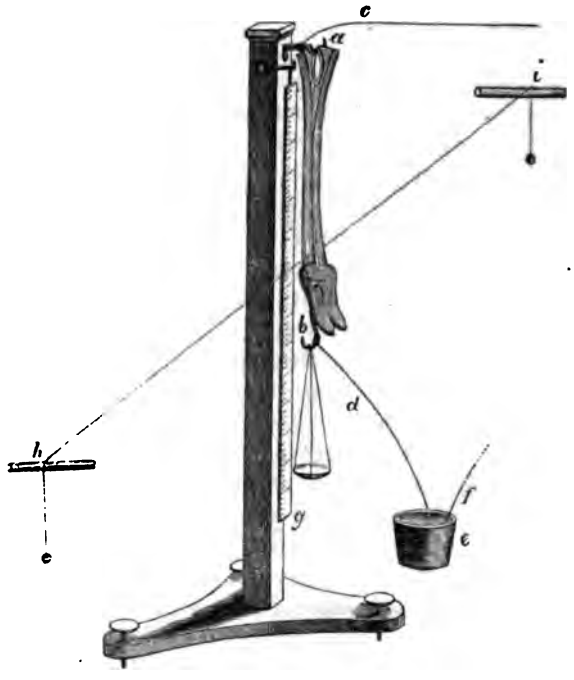
Das einfachste Verfahren, die Arbeit eines ausgeschnittenen Muskels zu untersuchen, eht darin, daß man ihn an einem Ende aufhängt, mit einem bestimmten Gewichte hwert, ihn dann galvanisch reizt und nun zu beobachten sucht, um wie viel er sich kürzt oder bis zu welcher Höhe er eine gegebene Last emporhebt. Ed. Weber bediente sich in dieser Hinsicht einer zweckmäßigen Vorrichtung, die ich auch für viele der ter anzuführenden Bestimmungen gebrauchte.

Ein Brett, das mittelst drei oder vier Schrauben wagerecht gestellt werden kann, igt einen Pfeiler, an dem ein Haken *a* und eine in Millimeter getheilte Skale festigt ist (s. S. 216. Fig. 119.). Der Muskel wird an dem Haken *a* aufgehängt. r erhält unten einen zweiten Haken *b*, der die Wagschaale aufnimmt. Man führt einen ncofaden *bi* durch den unteren Theil desselben hindurch, leitet ihn über zwei in ierer Entfernung befindliche Stäbe und beschwert ihre Enden mit Nadeln. Der Voldrath *c* des elektrischen Apparates ist um den oberen Haken *a* gewunden. untere *b* trägt einen feinen Kupferdrath *d*, der in ein mit Quecksilber gefülltes Ge- e taucht. Senkt man nun die zweite Elektrode *f* in dieses ein, so wird der skel von dem Strome durchsetzt.

Der Coconfaden dient als Zeiger. Weiß man, welchem Punkte der Skale der obere ängepunkt des Muskels entspricht, so braucht man nur die Stellung des Coconfa- vor und während der Zusammenziehung mit einem Fernrohre abzulesen, um die

Dehnungslänge und die Verkürzungsgröße eines und desselben Stückes des Mus
erhalten. Der Gebrauch des Fernrohrs gewährt nicht sowohl den Vortheil, ⅒
Millimeters abzuschätzen — denn dieses läßt sich noch bei einiger Uebung mit
Auge vollführen —
die Fehler der Pa
re zu vermindern.
versteht sich von
daß der Muskel
seitlich von der
angebracht sein muß
mit er nicht die Ma
auf die Gradeinthe
störe.

Fig. 119.



Kam es darau
kleine Bruchtheile d
Millimeters mit Si
heit zu bestimmen,
wählte ich ein lang
ziehbares Fernrohr,
die einzelnen Millim
grade in einem Abst
von ungefähr 2 bis
Meter um das Drei
Vierfache vergröße
Der Coconfaden m
aber dann der Sch
ziemlich nahe bleiben,
mit er gleichzeitig sch
und nicht schattig g
hen werde.

Verkürzt sich
Muskel, so hebt sich
bei *h* und *i* aufgele
Coconfaden. Er bil
mithin einen Winkel mit seiner früheren Lage. Dieser Fehler wird sich jedoch
der Länge des Fadens verkleinern. *h* und *i* standen in meinen Versuchen 3 Meter
auf jeder Seite von dem Muskel ab. Die Verkürzung überschritt in keinem Falle
Centimeter. Der Winkel erreichte daher nie 46 Minuten.

Ist der Coconfaden sehr fein, so erleichtert man sich die Ablesung, wenn man
vorher geschwärzt hat. Will man ihn nicht mit Dinte anstreichen und hierdurch ungl
und körnig machen, so legt man ihn einige Zeit in destillirtes Wasser, das einen Trop
Salzsäure, und später in Wasser, das sehr wenig salpetersaueres Silberoxyd enthält
läßt ihn dann am Lichte trockenen. Jene chemischen Verbindungen müssen aber
verdünnt sein, weil sonst der Faden zu brüchig und unbrauchbar wird.

Der Zungenschildknorpelmuskel (Hyoglossus) des Frosches, den Weber ausschlie
benutzte, kann leicht unmittelbar an den Apparat gebracht werden. Man hakt *a* in
Stimmritze, wie es Fig. 119. andeutet, und *b* in die Zunge, von der man das Uel
flüssige entfernt. Dieses Verfahren kann jedoch oft irre führen. Beschwert man n
lich die Wagschaale mit großen Lasten, so dehnen sich nicht bloß die Muskelfasern, sond
auch die Umgebung der Stimmritze aus. Man erhält auf diese Weise eine Verlän
rung, die dem Muskel nicht ausschließlich angehört.

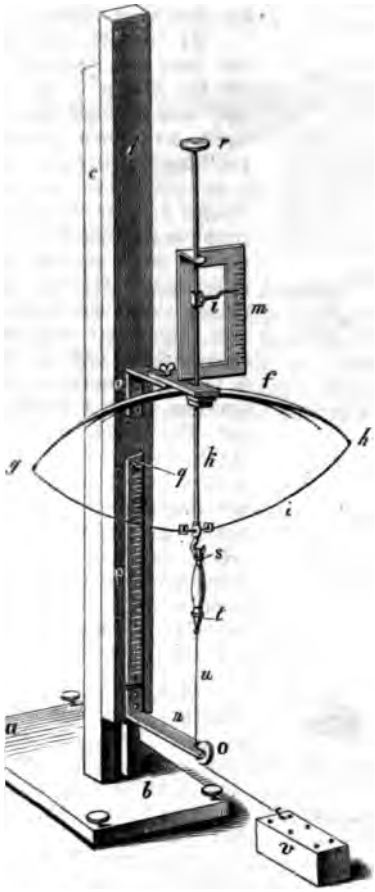
Will man nur kleinere Zuggewichte gebrauchen, so setzt man oben und unten H
chen ein, befestigt das obere an *a* und verbindet das untere mit der Wagschaale. G
lische Nähnadeln, die man vorher ausgeglüht hat, lassen sich leicht, wie man es will,
gen. Gebraucht man starke Beschwerungen, so reißen die Haken leicht ein. Man schl
deshalb lieber zwei feine Seidenfäden um den Muskel, bindet den oberen an *a* Fig.
und den unteren an den Haken der Wagschaale. Ich bediente mich auch bisweilen
ner, mittelst eines Ringes verschließbarer breiter und an ihren Endflächen abgestumpf

incetten, in die der Muskel oder dessen Sehne, wie es Fig. 120. *s* und *t* zeigt, mt wird. Man muß sich jedoch hüten, daß sie nicht durchschneiden.

ıdelt es sich nur, zu wissen, wie hoch ein Muskel eine bestimmte Last hebt, so ie Fig. 119. abgebildete Vorrichtung vollkommen. Will man dagegen das n der Last, das in einem gegebenen Augenblicke möglich ist, ermitteln, so kann die- ! mit jenem Apparate nicht vollkommen erreicht werden, weil die Größe des htes von der Willkühr des Beobachters abhängt. Man muß daher eine Vor- in der sich der Muskel selbst die stärkste ihm entsprechende Last herbeizuschaffen innen. Dieses war der Grund, weshalb ich schon den Fig. 120. abgebildeten ser für meine früheren Beobachtungen anfertigen ließ.

mit vier Stellschrauben versehenes und daher mittelst der Libelle wagerecht zu erhaltendes Brett *a b* trägt einen senkrechten Pfeiler *c*. Der hintere etwas längere freie Theil *a* kann nöthiger Weise mit Gewichten beschwert werden, damit jede Verrückung bei noch so starkem Anziehen unmöglich sei. Der Pfeiler *c* enthält einen Schlitten, so daß das Tragbrett *d* beliebig auf- und abgeschoben und dann mittelst einer hinten angebrachten Schraube festgestellt zu werden vermag. Ein eisernes Kniestück *a* führt den Kraftmesser an seinem wagerechten Arme.

Fig. 120.



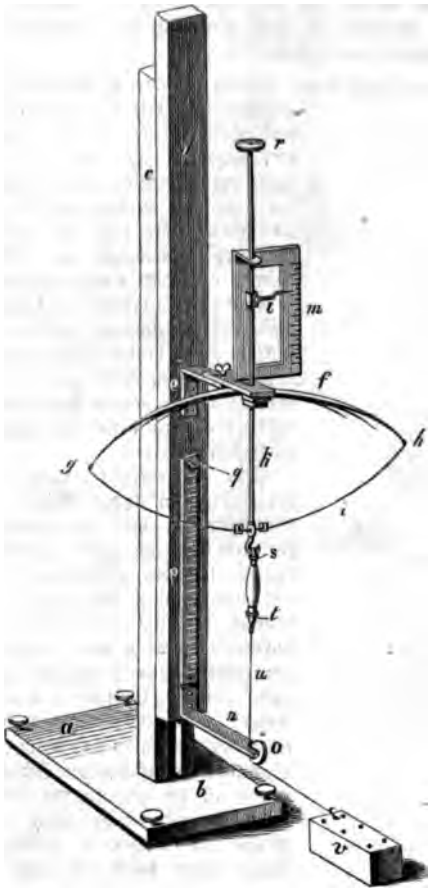
Eine 26 Centimeter lange Feder *f*, die in ihrer Mitte am Breitesten ist, hier 1,8 Centimeter mißt und sich dann nach beiden Seiten hin gleichförmig bis auf einen halben Centimeter allmählig verjüngt, verbindet sich durch Charniere *g* und *h* mit einer zweiten eben so langen, aber nur ¼ bis ⅓ Centimeter breiten Feder *i*. Ein Stahlstab *k*, der einen verschiebbaren und durch eine Schraube festzustellenden Zeiger *l* trägt, ist an der unteren Feder befestigt. Er geht durch die Mitte der oberen *f* hindurch, dringt dann durch ein Loch des oberen wagerechten Nebenarmes des Zeigerbrettes *m* und ragt noch eine Strecke weit frei hervor. Das Skalenbrett *m*, an dem der Zeiger spielen soll, ist zum Theil, wie es die Abbildung versinnlicht, ausgeschnitten. Es hat eine Länge ntimeter und trägt eine Millimeterskale oder eine andere willkührliche Eintheilung, on oben nach unten erstreckt. Sie umfaßt 120 Gradstriche. Eine Schraube ie ganze Vorrichtung an der Querplatte *e*.

Anfangstheil des Stabes *k*, durch dessen untere Oeffnung der Faden *s* hin- , besitzt eine in der Zeichnung sichtbare Messinggabel. Sie verhütet, daß die eder *i* bei der Thätigkeit des Kraftmessers in unangemessener Weise ausweicht. ingert sich unten in einen Messinghaken, der den Muskel, die obere Aufhänge-

pincette oder den Haken aufnimmt oder an den der Muskel mit Seidenfä
bunden wird.

Das untere Ende des Tragbrettes *e* führt ein meſſingenes Knieſtück *n*, l
derſtes Ende ein gefurchtes Rad *o* enthält. Dieſes muß ſich mit möglichſt ger
bung drehen können. Die wagerechte Platte *n* iſt gerade ſo lang, daß ein
Haken des Stabes *k* ſenkrecht herabgeführter Zugfaden *u* den hinteren Theil
des Rades *o* trifft. Ein

Fig. 121.



meter getheilte Skale *p*,
timeter umfaßt, iſt an
brette *d* angeſchraubt. E
ſich zwiſchen dem unt
des Kraftmeſſers und de
ten Meſſingplatte *n*, r
Muskel *st* gerade geg
hat oben einen Meſſing

Es verſteht ſich
daß jeder Zug, der an
ken des Stabes *k* in
nach abwärts gehende
wirkt, die Federn *g f k*
aus einander zieht und
l an der Skale *m*
Bleiben ſich alle Neben
gleich, ſo wird die Grö
ſich der Zeiger verrückt
wiſſen Zuggewichte entſpr
können dieſes unmittelb
men, wenn wir den
einer Schaale und mit
ſo lange beſchweren, bis
denſelben Punkt der St
hat. Da es aber oft i
ſuchen, die man mit
meſſer anſtellt, zweck
das Präparat für ſpäter
tungen an dem Haken
laſſen, ſo kann man
Fälle einen dem Gewich
kannten Teller *r* an
des Stabes aufſchraube
den nöthigen Laſten be

Man iſt im St
Muskel, deſſen man ſ
an zwei Stellen, ſo n
Figur 121. oder wie es Figur 122. andeutet, anzubringen. Bedient ma
Fig. 121. abgebildeten Anordnung, ſo klemmt man das Muskelſtück an ſe
Enden in die früher erwähnten quer abgeſchnittenen Pincetten *s* und *t* ein,
den Haken von *k* und einen Seidenfaden *u* an *t*. Jener Faden wird dann
Rinne des Rades *o* geleitet und an einem Klotze *v*, der an einzelnen Stelle
ausgegoſſen iſt, befeſtigt. Zieht man *v* zurück, ſo wird der Muskel ausge
geht zugleich der Zeiger *l* um eine beſtimmte Größe an der Skale herunter.

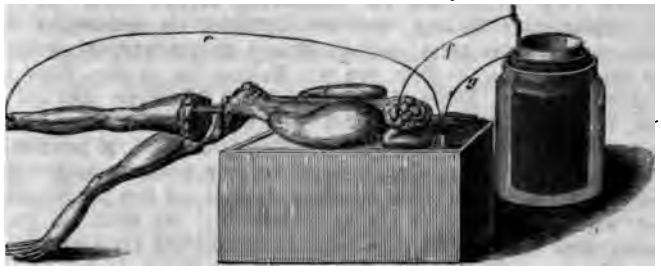
Man kann die Verbindung mit dem galvaniſchen Apparate in ähnlicher
bei Fig. 119. einleiten. Ein ſehr feiner und langer Kupferdrath, der mit
Elektrode des Magnetelektromotors in Verbindung ſteht, wird um den Hake
des *k* oder um die Pincette *s* gewickelt. Ein zweiter feiner und viel kürze
kommt um *t* und taucht in ein Queckſilbergefäß, wie es Fig. 119. darſtellt u
zweiten Poldrath der galvaniſchen Maſchine bei dem Schluſſe des Ganzen

r muß so tief sein, daß der von t ausgehende Drath trotz der Verkür-
ls im Quecksilber bleibt.

ı die Länge, die das Muskelstück vor der Verkürzung besitzt, oder die
geradlinigten Enden von s und t an der gegenüberstehenden Millimeter-
ferrnrohre ableien. Der Weg, den der Zeiger l bei der Verkürzung durch-
absolute Größe der Längenabnahme und das Gewicht, welches dem von
en Grade der Skale m entspricht, die Last, mit der der Muskel im Ma-
t war.

sich der Bequemlichkeit wegen eines anderen Verfahrens, das vorzüglich
nung der Thätigkeit der Wadenmuskeln von Nutzen ist, bedienen, so
iparat zwischen der Rolle o und dem mit Blei ausgegossenen Klotze v
122. kann uns diese Vorrichtung versinnlichen. Der Rumpf des ent-

Fig. 122.



hes ruht auf dem Klotze und ist hier an eingeschlagene Eisenstäbe fest.
der Klotz unmittelbar vor dem Versuche zurückgerückt wird, so sind die
t angespannt. Es kann sich daher kein Irrthum der Verkürzungsgröße
giebigkeit jener Theile, wie eingewendet worden ist [1]), einschleichen. Man
anzen Schenkel, schneidet die Oberschenkelmuskeln in der Nähe des Knie-
den Knochen durch, entfernt alle Gebilde des Unterschenkels bis auf die
und ein kleines Knochenstück, an das sich die Achillessehne ansetzt. Man
e kleine Messingöse a Fig. 122. an diese und ein passendes Messinghäkchen
nfaden c, der u Fig. 121. entspricht, fest. Der Klotz selbst enthält ein
d. Ein von a ausgehender feiner Kupferdrath e taucht in d ein. Die
des Bunsen'schen Apparates oder des Magnetelektromotors wird in die
irbelsäule eingeführt, der andere g behufs des Schlusses des Ganzen in
Man erfährt hier die Verkürzungsgröße des gesammten Muskels und die
leiche Weise, wie bei dem früheren Verfahren. Will man dagegen die
inge des Muskels bestimmen, so muß man sie an einem untergelegten
en oder noch besser mit einem sehr feinen Haarzirkel abmessen.

Gewichte bezogenen Werthe, welche den einzelnen Graden der auf m
kale zukommen, nehmen von oben nach unten, wie in allen Federwagen,
. der von mir gebrauchte Kraftmesser mit einfachen Federn versehen, so
nterschied von 10° und 11° 1,2 und der von 110° bis 111° 32 Grm.
begründet das Verfahren, mittelst dessen wir den Hauptvortheil des
nlich die Bestimmung des größtmöglichen Lastgewichtes erreichen können.

v Fig. 121. in geringem Maaße zurück, so kann es sich ereignen, daß
sgröße, die der Natur der Sache nach beschränkt ist, den Zeiger weniger
als dem Maximum des Lastgewichtes entspricht. Wir haben dann die
die auch bei der Vorrichtung Fig. 119. drohte. Entfernen wir dagegen
Maaße, so giebt es eine Stellung, bei der sich das Lastgewicht mit dem
Zeigers so sehr vergrößert, daß hierdurch die Längenverkürzung selbst
Sie sinkt zuletzt auf $1/_{10}$ Millimeter und noch weniger. Man erhält
Maximum des Bewältigungsgewichtes für eine bestimmte starke künstliche

---

er, a. a. O. S. 86.

Spannung. Es versteht sich von selbst, daß der Grad, in dem man den Zeiger [illegible] ziehen muß, mit Verschiedenheit der Muskeln wechselt und daß man diese Weite[illegible] Laufe mehrerer Versuchsreihen allmählig kennen lernt.

Wir haben bis jetzt angenommen, daß *gfh* eine einfache Feder sei. Diese Einr[illegible] tung genügt für schwächere Muskeln. Will man mit kräftigeren arbeiten, so thut [illegible] auch der Kraftmesser verstärken. Man entfernt nämlich die unter *gfh* in Fig. 121. [illegible] gegebene Messingschraube und den Zeiger *l*, zieht den Stab *k* heraus, legt eine [illegible] von gleich starken, aber immer kürzer werdenden und entsprechend durchbohrten [illegible] unter *gfh* und befestigt sie, nachdem man *k* wieder durchgeführt, mit der unter [illegible] gezeichneten Schraube. 115° entsprachen z. B. in meinem Apparate 255 Grm. bei [illegible] fachen Federn. Waren dagegen noch andere unter *gkf* angebracht, so glichen 115° [illegible] Skale 1125 Grm.

Die Verkürzungsgröße und das Lastgewicht werden auf diese Weise ohne Weit[illegible] angegeben. Die Bestimmung der Nutzwirkung dagegen fodert eine besondere Ber[illegible] tung. Wenn ich z. B. sage, daß eine Thätigkeit ein mechanisches Moment von [illegible] Grammen-Centimeter besitzt, weil 50 Grm. 1 Centimeter hoch gehoben werden, so [illegible] dieses voraus, daß die 50 Grm. von dem Anfange bis zu dem Ende der Hebung[illegible] unverändert bleiben. Dieses ist aber in unserem Kraftmesser nicht der Fall. Die [illegible] wächst, so wie der Zeiger herunterrückt. Sie vergrößert sich um so mehr, je länger [illegible] Weg des Zeigers oder die Größe der Verkürzung ausfällt, je tiefer er im Anfang[illegible] standen und je kräftiger der Dynamometer von vorn herein eingerichtet worden ist. [illegible] vielfältigen wir daher das zuletzt erhaltene Gewicht mit dem Verkürzungswerthe, so [illegible] halten wir eine größere Zahl für die Nutzwirkung, als wenn die Hubhöhe die g[illegible] gebliebene wäre und sich auch nicht die Lastgröße während des ganzen Versuches ge[illegible] hätte. Man darf jedoch nicht vergessen, daß die Erhöhung der Lastgröße die Ver[illegible] kung vermindert und daß wir daher auch eine bedeutendere Hubhöhe bei beträ[illegible] Gewichte gefunden haben würden. Da die Vergrößerung der Beschwerung und [illegible] Längenabnahme in keinem festen entgegengesetzten Verhältnisse steht, so wird sich [illegible] das Verhältniß nicht mathematisch genau, sondern nur in einer mehr oder minder [illegible] nahenden Weise ausdrücken.

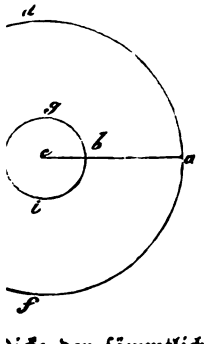
Der Apparat hat [illegible] und Nachtheile der Federwagen. Der wes[illegible] liche Uebelstand liegt in einer großen Unbeständigkeit der Wirkung, die theils in [illegible] elastischen Thätigkeit der Federn selbst, theils in Reibungsverhältnissen begründet [illegible] Man kann den zweiten Grund bedeutend vermindern, wenn der Zeiger *l* das Ein[illegible] drittel [illegible] nicht [illegible] [illegible] [illegible]

e an dem Fig. 119. abgebildeten Apparate vor einer Skale aufge-
nterwerfen wir sie dann der Wirkung eines Magnetelektromotors,
nicht lange, daß sie sich nach und nach immer mehr verlängern.
endlich zuletzt zu ihrer ursprünglichen Ausdehnung zurück oder
sie sogar noch, wie wir später bemerken werden. Hat man
t lang in Ruhe gelassen, so können sie sich unter denselben
on Neuem verkürzen. Die Länge pflegt sich aber in gerin-
e zu verkleinern, weil indessen ein Theil der Reizbarkeit ver-
st.

Grunderscheinung wiederholt sich größtentheils, der Muskel mag 2685
größeren oder einem kleineren Gewichte beschwert sein. Bedeu-
en führen nur von vorn herein zu geringeren Verkürzungs-
s ist nicht bloß die Kraft, sondern auch die Verkürzung selbst,
h wenigen Augenblicken vermindert. Wollen wir daher den
th der Längenabnahme, dessen ausgeschnittene Muskeln fähig
lernen, so haben wir die ersten Secunden der Zusammenzie-
luge zu fassen. Lebendige Muskeln können diese größte Höhe
eit für längere Zeit bewahren. Wir müssen uns aber hier an
en Ansatzweise das Maximum der Längenabnahme gestattet, zu
en.

nfache Betrachtung kann uns schon zu der Ueberzeugung führen, 2686
uskel den bei weitem größten Theil seiner ursprünglichen Länge
ner kräftigen Verkürzung zu verlieren im Stande ist. Die ro-
einzelner Schließmuskeln, wie des äußeren Afterschließers
ani externus), die des Schlundkopfes und der Speiseröhre, die
es Nahrungscanals, der Harnblase und der größeren Ausfüh-
ziehen sich häufig in solchem Maaße zusammen, daß die von
schlossene Höhlung, so weit es die Dicke der zwischen den Mus-
nd dem Hohlraume gelegenen Gebilde erlaubt, verschwindet.
igen wir für den Augenblick den spiraligen oder den anderwei-
uf einer solchen Faser und betrachten wir sie der Einfachheit
wegen als ein Kreisgebilde, so wird ihre
Länge *adef* in dem erschlafften und *bghi*
in dem verkürzten Zustande gleichen. Beide
Werthe müssen sich daher, wie ihre Halb-
messer *ac* und *bc* verhalten.

Fig. 123.



Die Durchmesser eines in lebhafter 2687
Wurmbewegung begriffenen Darmstückes des
Kaninchens wechselten zwischen 7,9 und 2,5
Millimeter. Die Länge der Kreisfaser hatte
daher schon ungefähr um 5,4 Millimeter oder
um 68 bis 69% unter diesen keineswegs
außerordentlichen Verhältnissen abgenommen.

Dicke der sämmtlichen Wände des Zwölffingerdarmes einer 8 Tage 2688
chlichen Leiche glich 1¼ bis 1½ Millimeter. Wurde er flach
so betrug seine größte Breite oder sein halber Umkreis 75 Mm.

Sein Halbmesser glich daher 23,9 Mm. Ich band hierauf das Darmst an dem einen Ende zu, befestigte eine 8 Decimeter lange Glasröhre d das andere Ende, füllte das Ganze mit Wasser und ließ es ¾ Stund lang frei schweben. Der mittlere Durchmesser hatte hierbei bis 2 mithin ungefähr ⅕ der ursprünglichen Länge zugenommen.

Wir können mit Recht voraussetzen, daß das Stück des Zwölfi gerdarmes, wenn dessen Fasern das Maximum der Erschlaffung erre ten, ungefähr einen Halbmesser von 28,5 Mm. dargeboten haben wird. aber die Schleimhaut und andere Zwischengewebe nach innen von Muskelschicht angebracht sind, so versteht es sich von selbst, daß diese bilde einen gewissen Raum selbst bei der stärksten Verkürzung der Mus fasern einnehmen werden. Setzen wir voraus, die ganze Darmwand h eine Dicke von einem Millimeter während des größten Erschlaffungs standes und jene Innengebilde nähmen die Hälfte davon ein, so kön wir den Querschnitt als ein Kreisband betrachten, dessen äußerer Ha messer 28 und dessen innerer 27,5 Millimeter betrug. Denken wir u die Fläche, welche diesen Verhältnissen entspricht, verwandelte sich wäh

Anhang Nr. 104. der größten Verkürzung in einen in der Mitte befindlichen Hohlraum, würde dessen Halbmesser 5,3 Mm. betragen. Lassen wir das dünne Ba fell bei Seite und nehmen an, daß der Durchschnitt der Kreisfaser ½ M breit ist und 28,5 Mm. zum äußeren und 28 Mm. zum inneren Halbm

Anhang Nr. 104. hat, so ergiebt die Rechnung, daß sich jene um 67,95% ihrer ursprüngli Länge verkürzen müßte, wenn nur jener Hohlraum von 1,06 Centime den die Innengebilde ausfüllen, übrig bliebe. Wir erhielten daher f beinahe den gleichen Werth, den die Erfahrung an dem Kaninchendar geliefert hat (§. 2687.).

Da die Schleimhaut und die anderen Innengebilde die sie durchtr kende und aufschwellende Ernährungsflüssigkeit in die Nachbartheile, nicht von der Einschnürung getroffen werden, entleeren können, so ver sich von selbst, daß sich hierdurch der nothwendig übrig bleibende Innenra zu verkleinern vermag. Wir sind nun zwar nicht im Stande, die Gr dieses Nebenverhältnisses irgendwie zu bestimmen. Ermitteln wir ab um wie viel der mittlere Durchmesser der Kreisfaser abnehmen müß wenn gar keine Schleimhaut vorhanden wäre, so erhalten wir einen Wer der nie in der Natur vorzukommen vermag, dem sich aber die Wirklichk um so mehr nähert, je mehr Hohlraum auf dem eben erwähnten We erspart wird.

Stellen wir uns vor, das ½ Millimeter starke Kreisband des Dur

Anhang Nr. 104. schnittes der Muskelfasern habe 28,5 Mm. zum äußeren und 28 Mm. z inneren Halbmesser, so mußte seine Länge um 90,6% abnehmen, so jeder fremdartige Raum im Innern völlig verschwinden sollte. Es m mithin die kreisförmig gedachte Muskelfaser des Darmes, wenn sie dem Maximum ihrer Erschlaffung in das ihrer Verkürzung übergeht, m als ⅔ und weniger als $^9/_{10}$ ihrer Länge verlieren.

2689. Es versteht sich von selbst, daß ganz ähnliche Schlüsse nicht bloß die einfachen Muskelfasern des Dünndarmrohres, sondern auch für die qu

...ten der Speiseröhre und selbst für die des Afterschießers gelten ...n. Wir dürfen daher schon hiernach annehmen, daß jene Muskelfasern, ...nicht wesentlich durch ihre Ansätze beschränkt sind, $^7/_{10}$ bis $^8/_{10}$ ihrer ...r und noch etwas mehr in dem Maximum ihrer Verkürzung zu ver... im Stande sind.

Man kann sich den Fig. 55. S. 84. abgebildeten Magnetelektromotor 2690
...richten, daß man die verschiedenen Wirkungen des elektrischen Stro... je nachdem er die elektromagnetische Spirale durchsetzt oder nicht, ...leichend zu prüfen im Stande ist. Der negative Poldrath, der mit ...Behälter der Kupferlösung verbunden ist, bleibt einfach. Der positive ...erhält dagegen zwei Dräthe, einen, der unmittelbar an dem Zink... ...er befestigt ist und einen zweiten, der die elektromagnetische Spirale ...zt und den wir mit *h* in Fig. 55. bezeichnet haben. Wir wollen ... den mittelbaren und jenen den unmittelbaren Poldrath nennen.

Dient der unmittelbare Drath zum Schlusse der Kette, so haben wir ...einfache Bunsensche Säule. Die Wirkung dauert nur den Augenblick, ...er Schluß oder die Oeffnung in Anspruch nimmt. Gebraucht man ...n den mittelbaren Poldrath, so führt das Hammerspiel des Magnet...motors zu einer Reihe von Schlägen, die sich mit großer Geschwin... wiederholen. Da aber die Bunsensche Säule zu den sogenannten ...igen Ketten gehört (Bd. I. S. 187.), so bleibt die anregende Elektri...elle in beiden Fällen die gleiche. Ihre Intensität und die Zeit ...Wirkung wechseln dagegen.

Denken wir uns, wir hätten einen Muskel, wie den Schneidermuskel 2691
...torius) des Frosches an der Fig. 119. abgebildeten Vorrichtung auf...ängt und wir reizten ihn zuerst mit dem unmittelbaren und nachher mit ... mittelbaren Drathe, so ließe sich erwarten, daß die Verkürzungsgröße ...dem zweiten Falle kleiner ausfallen werde, weil der erste Versuch einen ...issen Grad von Ermüdung herbeigeführt hat. Die Erfahrung lehrt das ...gentheil. Die Länge des Muskels nimmt unter dem Einflusse des Magnet...tromotors beträchtlicher ab. Stellt man beide Beobachtungen rasch ...er einander an, so beginnt oft die zweite stärkere Verkürzung des Magnet...tromotors früher, als selbst der Muskel von seiner ersten Zusammen...ung vollkommen erschlafft ist.

Wir müssen hieraus schließen, daß die Zeitdauer, welche der Schluß ...er einfachen Bunsenschen Kette fodert, kleiner als die Zeit ist, die der ...skel zu seiner möglichen Längenabnahme nöthig hat. Bleiben sich ...h die übrigen Verhältnisse gleich, so wird doch der Magnetelektromotor ... größeren Verkürzungswerthen führen.

Ein an beiden Seiten von seinen Anheftungsstellen losgeschnittener 2692
...skel verkürzt sich im Maximum um 58%, weil sich seine Fasern zick... Anhang Nr. 97.
...förmig biegen (§. 2091.). Frühere Beobachtungen, die ich mit einfachen ...lvanischen Ketten anstellte, ergaben mir, daß die so verkleinerte Länge ...es Muskels höchstens um $^1/_4$ unter dem Einflusse des galvanischen Stro...es von Neuem abnimmt. Man sieht leicht, daß es nicht gerechtfertigt

ist, aus dieser Thatsache zu schließen [1]), daß ich ¼ als größten Verkürzungswerth gefunden habe. Mag man die Zickzackbiegungen unter welchen Gesichtspunkte man wolle betrachten, so muß immer die Längenverminderung, die sie erzeugt hat, in Rechnung gezogen werden. Das Maximum der wahren Verkürzung, die der galvanische Strom herbeiführen kann, ist hiernach $58 + \frac{58}{4}$ oder 72,5 %.

2693 Da der Rotationsapparat oder der Magnetelektromotor eine stärkere Längenabnahme, als die einfache galvanische Kette einzuleiten im Stande ist, so ergiebt sich von selbst, daß wir noch größere Verkürzungszahlen auf diesem Wege erreichen werden. Beschwerte Weber [2]) den Zungenschildknorpelmuskel (Hyoglossus) des Frosches mit 5 bis 10 Grm., so erhielt er 85 % als Maximum der Längenabnahme. 12 Thiere, in denen das Lastgewicht siebenmal 5 Grm., viermal 10 Grm. und einmal 15 Grm. betrug, ergaben 65 % als Minimum der höchsten Verkürzungsgrößen. Das Mittel glich 72 %. Der bedeutendste Werth, den ich unter bald zu erwähnenden Verhältnissen für den Zungenschildknorpelmuskel erhielt, betrug 79,1 %. Der Schneidermuskel (Sartorius) ergab 76 %.

2694 Wir haben schon früher bemerkt, daß bedeutende Lasten, die den Muskel beträchtlich verlängern, die Verkürzungsgröße verkleinern. Griffe dieses Gesetz allgemein durch, so müßte die größte Längenabnahme mit dem geringsten Spannungsgrade zusammenfallen. Dieses scheint jedoch nicht der Fall zu sein. Verhältnißmäßig geringe Beschwerungen können die Muskelfasern merklich verlangern, während die Verkürzungsgröße in einzelnen Fällen nicht nur nicht ab, sondern noch zunimmt. Wir wollen uns dieß an einem Versuche, den ich an dem Zungenschildknorpelmuskel des Frosches anstellte, klar machen. Es ergab sich:

Natürliche Länge des Muskels in seiner gewöhnlichen Belastung in Millimetern	Zahl des Reizversuches.	Belastungsgewicht in Grm.	In Millimetern ausgedrückte Länge des Muskels bei der Belastung.		Procente der Verkürzungsgröße.
			unbelastet.	verkürzt.	
19,5	1	0,4	16,5	4,4	73,3
	2	3,4	18,4	4,1	77,7
	3	3,4	19,0	11,5	39,5
	4	3,4	18,5	11,8	36,6

Eine kleinere Last belastete den Muskel in dem ersten Reizversuche. Bei zweite bot ein größeres Zuggewicht und eine bedeutendere Verlängerung dar. Diese Umstände und die Ermüdung, welche der vorangegangene Reiz veranlaßte, machen erklärlich, daß sich der Muskel weniger verkürzen ließ. Nach diesen Versuchen wurden, um gleich die Zusammengehörigkeit der Zahlen der Procentwerthe des zweiten Versuches [illegible]

[1]) [illegible] a. O. S. 512.

ößeren Länge wegen kleiner ausfallen müſſen. Nehmen wir an, die
ngenabnahme hätte auch nur 12,1 ſtatt 14,3 Mm. betragen, ſo war jetzt
Grundwerth, von dem wir ausgehen mußten, 18,4 und nicht 16,5 Mm.
e Procente machten hiernach 65,8 ſtatt 73,3 aus. Wir finden aber ge-
e das Gegentheil in der Wirklichkeit. Die 3 Gramm gleichende Erhöhung
Belaſtungsgewichtes vergrößerte die Verlängerung um 1,9 Mm. und
öhte nichts deſto weniger die verhältnißmäßige Verkürzung um 4,4%.

Wir können hieraus folgern, daß die Muskeln das Maximum ihrer
rkürzungsgröße darbieten, wenn ſie in geringem Grade geſpannt, wenn
alle Bedingungen zur vollen Entwickelung ihrer Längenabnahme gege-
, alle untergeordneten, hindernden Nebenverhältniſſe beſeitigt ſind.
erſchreitet dagegen das Zuggewicht oder der Spannungswerth dieſe be-
änkte, kleine Größe, ſo nimmt die Länge der Zuſammenziehung in der
rklichkeit um ſo mehr ab, je mehr ſich jene ſtörenden Bedingungen er-
ren.

Wir haben eben geſehen, daß ſich die genannten geradfaſerigen Mus- 2695
, wenn ſie aus ihren natürlichen Verhältniſſen herausgeriſſen ſind, um
gefähr $^3/_4$ bis $^{17}/_{20}$ ihrer Länge im günſtigſten Falle verkürzen. Es ge-
t ſchon zu den Seltenheiten, daß man dieſe Werthe an jenen zu ſolchen
rſchungen am Beſten geeigneten Muskelmaſſen erreicht. Beeilt man ſich
h noch ſo ſehr mit dem erſten Verſuche, wählt man noch ſo kleine Be-
ungsgewichte, ſo bringt man es doch in vielen Fällen kaum auf 50
60%. Haben die Fröſche eine Zeit lang gehungert, ſo eigenen ſie
weit weniger zu ſolchen Erfahrungen, als friſch eingefangene Thiere.
denken wir überdieß, daß das Herausſchneiden der Muskeln eine gewiſſe
t fordert und faſt unvermeidlich mit einer ſtärkeren oder ſchwächeren
rung verbunden iſt, ſo können wir mit Recht ſchließen, daß das Mari-
m der abſoluten, möglichen Verkürzungsgröße, das wahrhaft einem
adfaſerigen Muskel zukommen kann, noch 80 bis 85% überſchreiten wird.

Schief- und ungleichfaſerige Muskelmaſſen, wie die Wadenmuskeln, 2696
**en immer zu beträchtlich kleineren Werthen. Man erhält ſogar hier
der Regel in dem Froſche Zahlen, die noch nicht einmal 50% er-
ten.**

**Die Verkürzung, die einem Muskel unter ſeinen natürlichen Anheftungs- 2697
ältniſſen möglich iſt, wird in hohem Grade der Nebenumſtände wegen
ſeln. Betrachten wir zunächſt zwei geradfaſerige Muskeln des Men-
, denen die Art ihrer Anfügung und die Natur der Zwiſchengebilde
ziemlich weites Spiel geſtattet.**

**Bog ein 23jähriger Mann ſeinen Kopf, ſo ſehr er konnte, nach hinten, 2698
zlich der Abſtand des Anſatzes des Bruſttheiles des linken Kopfnickers
dem Zitzenfortſatze 17,6 Centimeter. Neigte er dagegen den Kopf ſo
als möglich, ſo ſank jene Entfernung auf 12,4 Mm. Der Kopf-
er hatte daher $^3/_{10}$ im Zuſtande der natürlichen Verkürzung, die ihm
e Anſätze geſtatteten. Wendete der Menſch ſeinen Kopf möglichſt
t nach rechts und unten, ſo betrug die mittlere Ausdehnung des Kopf-
kers 19,6 Mm. Das Maximum der ſeitlichen Beugung nach rechts und**

unter ergab 11,4 Mm. Der Muskel hatte daher hier etwas mehr als [illegible] im Maximum an Länge abgenommen. Man fühlte überdieß deutlich, daß das Hinderniß, das sich jeder beträchtlicheren Zusammenziehung entgegenstellte, in dem Widerstande der Knochen, der Bänder und der fremdartigen Weichgebilde überhaupt lag.

2699 Bog der Mensch seinen Oberkörper möglichst stark zurück, so daß die Entfernung des Schwerdtfortsatzes von der Symphyse der Schambeine ihren größtmöglichen Werth erreichte, so glich sie 19,5 Cent. Der kleinste gestaltete Abstand dieser Punkte betrug 9,75 Cent. Er hatte sich daher gerade um die Hälfte verkleinert.

2700 Diese beiden Beispiele beziehen sich auf Muskeln, deren natürliche Anheftung einen sehr freien Spielraum gewährt. Die Zahlen, die wir erhalten, können nur auf eine annähernde Richtigkeit Anspruch machen, weil die möglichst ausgedehnten Verkürzungsmassen nicht vollkommen eben oder in gleichen Krümmungen dahingehen. Dieser Fehler vermag aber nicht so tief einzugreifen, daß hierdurch die Verkürzung von $^4/_{10}$ oder $^1/_2$ auf $^7/_8$ bis $^4/_5$ der ursprünglichen Länge stiege.

2701 Der rechte Schneidermuskel Sartorius) eines Frosches, dessen Länge 20,8 Mm. betrug, wenn der Oberschenkel und der Unterschenkel eine gerade Linie bildeten, hatte nur 14,8 Mm. in dem ausgeschnittenen Zustande. 1 Grm. Belastung reichte hin, ihm die frühere Länge von 20,8 Mm. wiederzugeben oder die Zickzackbiegungen auszugleichen. Der Einfluß des Magnetelektromotors verkürzte ihn dann auf 5,0 Mm. oder um 76%. Mißt man die Längen, welche dieser Muskel bei möglichster Streckung und Beugung des Unterschenkels giebt, so findet man, daß der Unterschied wenige Millimeter beträgt. Die absolute Verkürzung, welche die Muskelmasse bei ihrer natürlichen Länge und Spannung ergab, übertraf daher die natürliche um mehr, als das Vier- bis Fünffache.

2702 Wir sehen hieraus, daß die Natur eine Masse, deren Länge unter dem Einflusse der Zusammenziehung in hohem Grade abnehmen kann, herstellt. Sie opfert aber häufig einen großen Theil der der Substanz möglichen Verkürzungsgröße den mechanischen Nebenzwecken, welche die Vertheilung der Muskeln und die übrigen Einrichtungen der Bewegungswerkzeuge fordern. Dieser Umstand führt jedoch zu keinem wahren Verlust, weil nicht die Längenabnahme allein, sondern die Nutzwirkung, oder die Art der Ortsveränderung das Hauptziel bildet. Da der höchste Werth des mechanischen Momentes nicht dem Maximum der Verkürzung, sondern einem weit kleineren Werthe der Längenabnahme, wie wir sehen werden, entspricht, so würde die Natur geradezu unzweckmäßig gehandelt haben, wenn sie die Anheftung der Muskelmassen so eingerichtet hätte, daß sie das Maximum der Verkürzung in ihrem natürlichen Zustande erreichen konnte.

2703 Wir haben schon früher (§. 2372.) bemerkt, daß ein Muskel, der unter dem Einflusse des Magnetelektromotors zusammenzieht, nicht im in demselben Augenblicke, in dem der elektrische Strom zu wirken aufhört, zu seiner früheren Ausdehnung zurückkehrt. Bedient man sich der Fig. 1 abgebildeten Vorrichtung und beobachtet man den Coconfaden, der

iger dient, mit dem Fernrohre (S. 216.), so kann man dieses Gesetz ärfer, als mit dem freien Auge verfolgen.

Nehmen wir an, ein Froschmuskel sei bei 0° der Skal ab 2704
Coconfaden reiche bis 30°, so gehe dieser z. B. bis [illegible] vom nflusse des Magnetelektromotors empor. Hört nun die irkung des ktrischen Stromes auf, so sinkt bisweilen der Zeiger sel f 30° ab. Kehrt er aber nicht schnell zu dem früheren Orte zu so bemerkt man, daß er seine vorgeschriebene Bahnstrecke mit ungleicher Geschwindigkeit durchläuft. Er durchsetzt den Weg von 10° bis 20° bei einem rascher, als die Entfernung 20° bis 25° und braucht für 25° bis mehr Zeit, als er für 20° bis 25° nöthig hatte.

Es ereignet sich häufig, daß er auf einem Punkte z. B. 27° stehen zu ben scheint. Es dauert nämlich eine oder selbst mehrere Minuten, ehe bei 30° angelangt ist. Er legt der letzten Grade so langsam ück, daß sich nicht mehr selbst genveränderung mit dem Fernre unmittelbar wahrnehmen läßt müssen sie vielmehr erst aus Stellungen, die er in verschied größeren Zeitabschnitten einnimmt, hließen. Wir werden übrigens bei der Betrachtung der Molecularverhältnisse finden, daß er bisweilen 30° gar nicht erreicht, noch häufiger aber ursprünglichen Stand überschreitet und einige Zeit später bei 31 oder angetroffen wird.

Wie der Muskel eine merkliche Zeit nöthig hat, um den höchsten 2705
rth seiner Verkürzungsgröße zu erlangen, wie deshalb die rasch wiederten elektrischen Schläge kräftiger, als eine einmalige Entladung wirken 2691.), so fordert auch oft die Rückkehr zu der früheren Länge eine hrnehmbare und nicht selten eine beträchtliche Zeitdauer. Diese vergrößt sich im Allgemeinen um so mehr, je mehr sich der Muskel seiner früren Ausdehnung nähert. Die stärksten Grade einer und derselben Verkürzung verschwinden auch am Schnellsten. Der Muskel erschlafft mit einem Worte mit immer verzögerterer Geschwindigkeit.

Man hat es so ziemlich in seiner Gewalt, den Coconfaden schneller 2706
der langsamer zu seinem früheren Stande zurückkehren zu lassen. Wirkt nämlich der Magnetelektromotor nur eine oder wenige Secunden, so sinkt auch der Faden rascher hinab. Hat er dagegen länger gearbeitet, so ist auch mehr Zeit nöthig, damit die frühere Ausdehnung gewonnen werde. Die Nachschwingungen der Wirkung hängen mithin von der Dauer des Einflusses des Magnetelektromotors oder von der Zahl der rasch auf einander folgenden Schläge ab.

Die Belastung scheint ein zweites Bedingungsglied zu bilden. Trägt ein Muskel gar kein Gewicht, so kehrt er bisweilen nur sehr spät zu seiner früheren Länge zurück. Muskelfasern dagegen, die mit starken Zuggewichten beschwert worden sind, erreichen in der Regel ihre frühere Länge in verhältnißmäßig kürzeren Zeiträumen wieder. Sieht man nach einer Reihe von Minuten nach, so findet man noch oft jene kürzer, als sie im Anfange waren, während diese sogar ihre ursprüngliche Länge überschritten haben.

Setzt man die Wirkung des Magnetelektromotors, wenn auch die Verkürzungsfähigkeit abnimmt, fort, so bemerkt man, daß sich dann nicht alle Muskeln stetig verlängern. Es kommt sehr häufig vor, daß der eine oder der andere theilweise erschlafft, sich dann wieder stärker verkürzt, von Neuem an Länge zunimmt, sich dann abermals zusammenzieht und dasselbe Spiel selbst noch mehrere Male wiederholt, ehe er seine ursprüngliche Ausdehnung erreicht hat.

2707 **Kraft der Muskeln bei frei gegebener Spannung.** — Wir haben früher (§§. 2672. und 2676.) gesehen, daß wir hier zwei Größen, die Gleichgewichtskraft und die Maximalkraft, unterscheiden müssen. Beide sollten der Theorie nach auf Querschnittseinheiten zurückgeführt werden. Da aber die praktische Ausführung dieser Forderung nicht unerhebliche Fehlerquellen einschließt, so kann man auch die Gewichtsverhältnisse unter den §. 2678. erwähnten Bedingungen in Beziehung bringen.

Young[1]) versuchte es, so viel ich weiß, zuerst, die Muskelkraft für eine gegebene Querschnittseinheit zu berechnen. Er bemerkte hierbei ganz richtig, daß die auf diesem Wege erhaltenen Zahlen keine allgemeine Gültigkeit besitzen, sondern nur für einen denselben Muskel gebraucht werden können. Seine Bestimmungen fußen auf den Dehnungswerthen von Borelli. Er nahm an, daß ein englischer Quadratzoll menschlicher Oberarm- oder Oberschenkelmuskeln 500 Pfund zu tragen im Stande ist. Setzen wir voraus, daß sich dieses Gewicht auf Avoir-du-Poids-Pfunde bezieht, so erhalten wir 35,154 Kilogr. für 1 Quadr. Cent.

Die Last, die den Muskel um eben so viel dehnt, als ihn seine Verkürzung zusammenzieht, die seinen Querschnitt um dieselbe Größe verkleinert, als ihn seine Thätigkeit vergrößert, entspricht der Gleichgewichtskraft, wie sie zuerst von Ed. Weber gefaßt worden ist. Die Zahl, die wir hier erhalten, geht von drei Bedingungsgleichungen der Beschwerung, der Dehnung und Spannung oder der Elasticitätsgröße und der Verkürzung des Muskels aus. Die Dehnung und die Zusammenziehung müssen sich als positive und negative Zahlen aufheben, damit das Zuggewicht die Stelle eines Coefficienten übernehmen könne.

Ed. Weber hat zunächst die Gleichgewichtskraft des Zungenschildknorpelmuskels (Hyoglossus) eines Frosches zu bestimmen gesucht. Er breitete Muskel auf dem Glase aus und fand hierbei, daß die Länge desselben 25 Mm. betrug. Wurde er mit 31,2 Grm. belastet, so dehnte er sich bis 47,6 Mm. aus. Die galvanische Reizung verkürzte ihn bis 18 Mm. Trug er dagegen 41,2 Grm., so glich seine ursprüngliche Länge 48,2 Mm. Die Zusammenziehung führte ihn auf 33 Mm. Weber nimmt das Mittel aus diesen beiden Grunderfahrungen. Man erhält dann 36,2 Grm. Belastung, 47,9 ursprünglicher und 25,5 Mm. späterer Länge. Da nun der auf dem Glase ausgebreitete Muskel 25 Mm. maß, so setzt jener Forscher voraus, daß ihm 36,2 Grm. als Gleichgewichtskraft entsprechen. Das thätige Muskelstück wog 0,265 Grm. Setzt man die Eigenschwere der Menschenmuskeln = 1,058 zum Grunde, so hatte die in ruhenden Zustande von 36,2 Grm. angespannte Masse 0,05229 Quadr. Cent. Querschnitt bei 4,79 Centimeter Länge. Ein Quadrat-Centimeter Querschnitt gab 692,29 Grm.[2]).

Dieses Verfahren gestattet mehrere Einwendungen. Es läßt sich nicht mit Bestimmtheit behaupten, daß die Länge des auf dem Tische ausgebreiteten Zungenschildknorpelmuskels der wahren natürlichen Länge im ruhenden Zustande entsprach. Er konnte Zickzackbiegungen besitzen, wenn das Gewicht der Zunge und des Kehlkopfes nicht hinreichte, diese Einknickungen auszugleichen. Da sich gerade jener Muskel, wie wir bald sehen werden, unter allen Froschmuskeln am Leichtesten dehnen läßt, so vermochte auch umgekehrt eine Länge von 25 Mm. die natürliche Ausdehnung zu übertreffen. Dieser Werth bildet aber die Grundlage des Ganzen. Wir wissen nicht, auf welchen Stützen er und ihm das Uebrige ruht. Wir können sogar mit vieler Wahrscheinlichkeit vermuthen, daß seine Basis den natürlichen Verhältnissen kaum entsprechen dürfte.

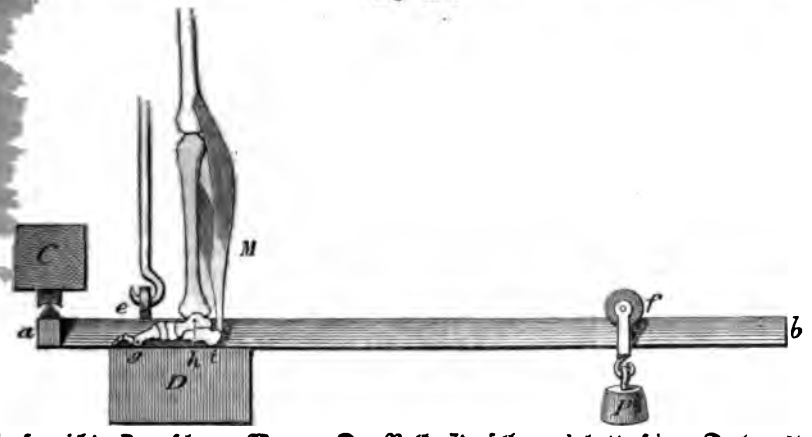
---

[1]) Hutchinson, in den Medico-chirurgical Transactions. Vol. XXIX. p. 204.
[2]) Ed. Weber, a. a. O. S. 87.

Da es faſt nie gelingt, die Laſtgrößen, unter denen die Verkürzung die Dehnung völlig aufhebt, genau zu treffen, ſo wurde hier das Mittel zweier verſchiedener Beobachtungen zu den ferneren Berechnungen benutzt. Eine ſolche Durchſchnittsbeſtimmung wäre nur dann möglich, wenn die Verkürzungsgröße in umgekehrtem Verhältniſſe zu dem Zuggewichte ſtände, wenn ſich ein Muskel, der ſich bei 30 Grm. Belaſtung um 10 Millimeter zuſammenzieht, bei 60 Grm. um 5 Mm. verkürzte. Wir werden aber ſpäter ſehen, daß dieſes nicht der Fall iſt und daß daher überhaupt keine Mittelwerthe aus zwei verſchiedenen Erfahrungen der Art entnommen werden können. Hierzu kommt noch, daß die wiederholte Reizung den Muskel ermüdete. Zwei Erfahrungen, die wir nach einander gewinnen, beziehen ſich daher auf verſchiedene Zuſtände der Reizbarkeit und der Elaſticitätsgröße. Der Umſtand endlich, daß das berechnete Mittel die gefundene urſprüngliche Länge um einen halben Millimeter übertrifft, dürfte von untergeordneter Bedeutung ſein, weil der Ausgangswerth ſelbſt größere Schwankungen darbietet und die mittlere Länge des verkürzten Muskels die des ruhigen und nicht gedehnten um einen halben Millimeter übertrifft. Dieſes iſt auch wahrſcheinlich der Grund, weshalb der Endwerth von Weber nicht ſehr fern von dem liegt, den ich unmittelbar erhalten habe (§. 271.).

Weber [1]) hat noch den Verſuch gemacht, die Kraftgröße der menſchlichen Wadenmuskeln zu ermitteln. Er bediente ſich hierzu der Fig. 124. abgebildeten, mit einem

Fig. 124.



Laufgewichte *P* verſehenen Waage. Der Balken derſelben *ab* hatte ſeinen Drehpunkt in *a* gegen *C* hin und war vor dem Klotze *D* unterhalb *e* unterſtützt. Die Oeſe *e* enthielt einen Haken, mittelſt deſſen *ab* von *D* abgehoben werden konnte. Der Menſch trat auf die Unterlage *D*, ſo daß der Waagebalken *ab* zwiſchen den beiden parallelen Füßen zu liegen kam. Die Oeſe *e* fiel gerade zwiſchen die beiden Beine *g*. Der von *e* ausgehende Haken verband ſich mit einem um die Hüften feſt angelegten Gurte.

Die Perſon, die den Verſuch anſtellte, ſuchte den Balken *ab* bei völlig geſtreckten Knieen und einzig und allein mittelſt der Verkürzung der Wadenmuskeln und der durch die bedingte Hebung der Ferſen emporzuziehen. Ein Gehilfe verſchob das Laufgewicht *P*, bis der Menſch im Stande war, den Balken *ab* von ſeiner Unterlage *D* zu löſen, jede weitere Verrückung aber des Laſtwiderſtandes wegen unmöglich blieb. Das Gewicht, das dieſen Verhältniſſen entſprach, wurde der übrigen Berechnung zum Grunde gelegt.

Das Laufgewicht *P* wog 52,87 Kilogr. Seine Entfernung von dem Drehpunkte *a* glich in einem der Verſuche 1929 Millimeter unter den oben erwähnten Bedingungen. Der Kraftarm *ae* betrug 306,5 Mm. Wir erhalten daher $52{,}87 \times \frac{1929}{306{,}5} = 332{,}75$ Kilogr. Das Gewicht des auf den Hebelarm zurückgeführten Waagebalkens *ab* glich

[1]) Ed. Weber, a. a. O. S. 89. 90.

35,82 Kilogr. und das des Menschen und der Kleider desselben 63,73 Kilogr. Die Last hatte daher im Ganzen 432,30 Kilogr. überwunden.

Betrachten wir nun die Wirkung der Wadenmuskeln, so greifen sie an der Ferse an und heben den Fuß in dem Drehpunkte der Zehen-Mittelfußgelenke *g*. Die Last ruht indeß auf dem Sprungbein-Schienbeingelenke *h*. Die Muskeln besitzen daher den größeren Kraftarm *gi* und das zu bewältigende Gewicht den kleineren Lastarm *gh*. Nun war *gh* = 129 und *gi* = 172 Mm. Die Kraftgröße, die den beiden Wadenmuskeln entsprach, glich daher $432{,}30 \times \frac{129}{172} = 324{,}23$ Kilogr. Die Wadenmuskeln einer Seite hatten mithin 162,115 Kilogr.

Aehnliche Untersuchungen, welche die Gebrüder Weber an zwei anderen Männern anstellten, ergaben 110,4 und 107,3 Kilogr. Ein Zwillingsmuskel (Gastrocnemius) und ein Wadenmuskel (Soleus) lieferte daher im Durchschnitt 126,6 Kilogr.

Weber bemühte sich, diese Größe auf Querschnittseinheiten zurückzuführen. Er suchte die mittlere Länge der Wadenmuskeln in zwei kräftigen Selbstmördern zu bestimmen und den Querschnitt aus dem Gewichte der Masse zu berechnen. Die Grundwerthe, zu denen er hierbei gelangte, führen dann zu 153,17 Quadrat-Centimeter mittleren Querschnittes. Ein Quadrat-Centimeter würde daher im Durchschnitt 826,4 Grm. als Kraftgröße geben. Die drei einzelnen Beobachtungen lieferten 1058,5; 720,8 und 700,5 Grm. [1]). Weber glaubt hiernach vermuthen zu können, daß die Kraft, mit welcher die von dem Willen beherrschten Säugethiermuskeln thätig sind, die der ausgeschnittenen und unter den Einfluß der Rotationsmaschine gestellten Froschmuskeln übertrifft.

Es versteht sich von selbst, daß die Maximalkraft, welche im Leben unter den günstigsten Bedingungen zu Stande kommt, die, welche ausgeschnittene Muskeln des getöteten Thieres geben, überschreiten wird. Setzen wir aber auch eine völlige Gleichheit der Nebenbedingungen voraus, so fragt es sich noch, ob überhaupt der Werth, den der Zungenschildknorpelmuskel geliefert hat, mit den Zahlen der zweiten Versuchsreihe verglichen werden kann. Ein Quadratcentimeter Zungenschildknorpelmuskel des Frosches ist etwas Anderes, als ein Quadratcentimeter menschlicher Wadenmuskeln (§. 2668.). Die erste Versuchsweise lehrt uns, welches Gewicht den Muskel um eben so viel dehnt, als er sich durch seine Zusammenziehung verkürzt. Er arbeitet mithin unter dem Einflusse von Dehnung und Spannung, der dem vollen Zuggewichte entspricht. Wir werden später sehen, daß er eine kleinere Last unter diesen Verhältnissen bewältigt. Die Wadenmuskeln der zweiten Versuchsreihe dagegen werden erst in demselben Augenblicke gedehnt, wo sie sich zu verkürzen beginnen, belastet. Es geht keine künstliche Dehnung vorher, sie kommt gar nicht zu Stande, weil sie die Verkürzung auf der Stelle ausgleicht. Die Zahl, die wir erhalten, bezieht sich auf das Maximum der Last, die unter diesen veränderten Verhältnissen eine kleine, zu vernachlässigende Höhe gehoben wird. Wir werden übrigens sogleich kennen lernen, daß selbst die Zusammenstellung der Gleichgewichtskräfte des Zungenschildknorpelmuskels und der Wadenmuskeln eines und desselben Thieres der verschiedenen Dehnungsverhältnisse wegen scheitern muß.

Erwägen wir überdieß, daß es in dem zweiten Versuchsverfahren beinahe unmöglich ist, kleine Verrückungen des Gürtels zu vermeiden und unwillkührliche Wirkungen fremdartiger Muskeln völlig auszuschließen, daß man ferner den Querschnitt der Wadenmuskeln in keiner irgend sicheren Weise bestimmen kann und den Werth, den man annimmt, von Selbstmördern auf lebende Menschen übertragen muß, so wird man zugeben, daß das Endergebniß auf schwankenden Grundlagen fußt. Man kann nur mit Sicherheit annehmen, daß ein Gelehrter, der 63,73 Kilogr. mit seinen Kleidern wog, 324,23 Kilogr. oder ungefähr das Fünffache jener Last auf eine Minimalhöhe unter den gegebenen Bedingungen heben konnte.

2708 Die Bestimmung der Gleichgewichtskraft stößt auf eine Schwierigkeit, welche wahrscheinlich die Nebengewebe des Muskels vor Allem herbei

---

[1]) Ich habe mir erlaubt, diese Berechnung nach den Grundwerthen zu geben. Man wird finden, daß sich manche kleine Unrichtigkeiten in die Originalabhandlung eingeschlichen haben.

Die Dehnung und die Verkürzung bilden zwei sich ausgleichende
der. Da aber die Verkürzung einzig und allein von den Muskel-
n ausgeht, so kann auch nur die Dehnung, die von ihnen bestimmt
, in Betracht kommen.

Vergleichen wir die verschiedenen geradfaserigen Muskeln eines und 2709
lben Frosches, so fällt es sogleich auf, daß sich der eine weit mehr
der andere dehnen läßt. Der Zungenschildknorpelmuskel übertrifft
B. in dieser Hinsicht den Schneidermuskel in auffallendem Grade. Die
Nr. 105. des Anhanges unter a. und b. verzeichneten Werthe können Anhang Nr. 105. a u. b.
dieses mit Zahlenbelegen versinnlichen.

Dehnen sich zwei Muskeln in ungleichem Grade unter denselben Zug- 2710
richten, so ändern zwei einander entgegenwirkende Bestimmungsglieder
Größe der Gleichgewichtskraft. Der Muskel, der in höherem Maaße
giebt und länger wird, erhält einen kleineren Querschnitt für das
he Zuggewicht. Wollen wir dieses auf einen Quadratcentimeter zu-
führen, so müssen wir es mit einem höheren Werthe vervielfältigen.
dehnbarere Muskel wird daher auch in sofern eine größere Gleich-
chtskraft für dieselbe Querschnittseinheit erhalten.

Die Muskelfasern, die sich unter derselben Belastung stärker verlän-
, müssen sich auch mehr verkürzen, um die Gleichgewichtsverhältnisse
stellen. Ein beschwerter Muskel bewältigt aber eine um so größere
je weniger er sie in die Höhe hebt. Es wird sich daher die Gleich-
chtskraft des dehnbareren Muskels verkleinern, weil sein Weg länger
illt.

Wir werden in der Folge sehen, daß die Gewichte unverhältnißmäßig
sen, so wie die Verkürzungsgrößen abnehmen. Es ergiebt sich hier-
von selbst, daß der zweite Bestimmungsgrund mehr Einfluß, als der
ausüben kann. Der dehnbarere Muskel wird daher dann eine klei-
und der minder dehnbare eine größere Gleichgewichtskraft für einen
ratcentimeter Querschnitt besitzen.

Es wäre möglich, daß die geringere Elasticitätsgröße oder die stär- 2711
Dehnung, die der Zungenschildknorpel in Vergleich mit dem Schnei-
skel des Frosches darbietet, von der Natur der Muskelfasern selbst
ge. Spricht aber schon die Aehnlichkeit des Baues wider diese Ver-
ung, so verliert sie noch mehr an Wahrscheinlichkeit, wenn wir be-
n, daß die Verhältnisse der Nebengewebe den Unterschied zum Theil
en können.

Der Zungenschildknorpelmuskel entspringt von dem Kehlkopfe mit
seitlich symmetrischen Bäuchen. Sie vereinigen sich bald zu einem
ren Muskelgebilde, das in die Zunge ausstrahlt. Lockere Zellgewe-
sen trennen die einzelnen Bündel. Der Muskel breitet sich sogar
elbst in seinem oberen Theile hautartig aus, so wie man ihn der
e nach anspannt. Die von dem Zellgewebe eingenommenen Zwi-
äume sind so groß, daß sie sogleich dem Blicke auffallen.

Die Fasern des Schneidermuskels liegen inniger an einander. Sie
en sich nach unten zusammen, damit sie in die schmale Endsehne

übergehen können. Es ist hier nicht möglich, das Ganze in eine muskulöse Haut zu verwandeln. Es ergiebt sich hieraus von selbst, ein Quadratcentimeter Schneidermuskel mehr Muskelfasern und weniger Zellgewebe enthalten und sich deshalb in geringerem Maaße dehnen als ein Quadratcentimeter Zungenschildknorpelmuskel. Beide Verhältnisse machen es aber gleichzeitig unmöglich, die Werthe der Gleichgewichtskraft, die man für diese Gebilde gefunden hat, als Zahlen desselben Werthes zusammenzustellen.

Gehen wir zu den Wadenmuskeln über, so finden wir an ihnen eine noch geringere Dehnbarkeit, als in dem Schneidermuskel, weil die Fasern nicht nur eng bei einander liegen, sondern auch in verschiedenen Richtungen verlaufen und die ungleichsten Längen besitzen. Die Gleichgewichtskraft, die wir erfahrungsgemäß ermitteln können, muß daher hier größer ausfallen.

2712 Wir sehen hieraus, daß wir, streng genommen, eben so viele Werthe als es Muskeln giebt, erhalten können. Handelte es sich darum, die Gleichgewichtskraft der Muskelmasse oder der Muskelfasern und nicht der einzelnen Muskeln zu bestimmen, so könnte man nur zum Ziele gelangen, wenn man seine Versuche mit einer einzelnen Muskelfaser anzustellen vermöchte. Da aber dieses unmöglich ist, so wird derjenige Muskel, dessen Nebengewebe die geringsten Dehnungshindernisse bereiten, die für jenen Zweck richtigsten Kraftwerthe liefern.

Könnten wir die natürliche Länge des Zungenschildknorpelmuskels mit bestimmen, so würde sich dieser Muskel der eben angeführten Gründe wegen a eignen, den wahrscheinlichsten Annäherungswerth der Gleichgewichtskraft a Alle Bemühungen scheitern aber in dieser Hinsicht an den unvermeidlichen Nel nissen. Schneidet man den Muskel mit dem Kehlkopfe und der Zunge heraus läßt ihn dann sich selbst, so verliert man jede feste Grundlage. Seine Länge h davon ab, ob er vorher mehr oder minder gezerrt wurde, welchen Reibungsh er bei dem Auflegen begegnet oder wie stark an ihm der Kehlkopf oder die Zu er frei hängt, ziehen. Benutzen wir noch den Theil, der in die Zunge aus dehnt er sich in der Regel stärker als das Uebrige. Ich versuchte daher d Stück des Muskels, da wo er in die Zungenmasse selbst überzugehen anfän Nähe des Unterkieferwinkels mit einem feinen Seidenfaden zu umschnüren, die den Coconfaden der Vorrichtung, Fig. 119., trug, über dem Kehlkopfe bei lichen Lage des Ganzen einzustechen, Alles möglichst waagerecht gelagert z und den geradlinigten Abstand jener beiden Punkte zu messen. Die natürl die man auf diese Weise erhält, ist auch nicht vollkommen sicher, weil es vo fall abhängt, welche Stellung der Kehlkopf und die Zunge einnehmen. Der E der vorderen Umschlingung wird später an dem Aufhängehaken *a*, Fig. 119.,

Der Schneidermuskel führt eher zum Ziele. Ich enthäute den Oberschen dann eine Nadel hinter dem oberen Theile desselben durch und umschnüre sie dünnen Seidenfaden. Ein feines doppelt gekrümmtes Häkchen kommt in den theil der Endsehne. Der Coconfaden wird später durch dieselbe Oeffnung gelei mißt aber die mittlere natürliche Länge, wenn Ober- und Unterschenkel Linie bilden.

Die Wadenmuskeln lassen sich in ähnlicher Weise behandeln. Ich nehme oft die Knochenstücke, an die sie sich mit ihren Sehnentheilen ansetzen, hinzu, eher gegen das Ausreißen bei großen Belastungen gesichert zu sein. Will m nannten Muskeln überhaupt mit starken Zuggewichten beschweren, so ist es i theilhafter, einen Seidenfaden statt des unteren Häkchens zu gebrauchen.

ist mir bis jetzt nur ein Mal an dem Schneidermuskel eines Fro- 2713
lungen, das Zuggewicht, bei dem sich die Dehnung und die Ver-
bis auf weniger als $^1/_{10}$ eines Millimeters ausglichen, genau zu
Ich stieß aber auf mehrere Fälle, in denen der Unterschied nur
0,3 Mm. betrug. Diese Beobachtungen können immer noch zur
lung von Annäherungsgrößen der Gleichgewichtskraft benutzt werden.
ei Umstände machen es überhaupt unmöglich, Zahlen, die nicht 2714
issen Fehlerquellen behaftet sind, auf diesem Gebiete zu erhalten.
dtung des Thieres, das Ausschneiden des Muskels und die übri-
rbereitungen erniedrigen die Arbeit, deren die Muskelfaser fähig
e mittlere natürliche Länge bildet aber ebenfalls eine schwankende
weil der Abstand der zur Untersuchung gewählten Punkte mit den
enen Stellungen der Hebel, an die sich das Bewegungswerkzeug
wechselt. Aendern sich endlich nicht die Molecularverhältnisse der
nasse, so bildet die Dehnung eine von dem Spannungsgewichte
ze, verhältnißmäßig beständige Größe. Die Verkürzung dagegen,
ufheben soll, fußt nicht bloß auf den Eigenschaften des Muskels,
auch auf denen des elektrischen Stromes. Wirkt dieser zu stark
schwach, so kann er zu geringe Längenabnahmen veranlassen und
ngen herbeiführen. Man darf daher selbst dem glücklichsten Er-
bis auf Zehntheile eines Kilogrammes kaum vertrauen.
ihlen wir einige Versuche, aus denen sich die Gleichgewichtskräfte 2715
ener Froschmuskeln annähernd berechnen lassen, aus, so erhalten
3.

skelstück.	Gewicht in Grm.	Zahl des Reizversuches.	Belastungsgewicht in Grm.	Natürliche mittlere Länge in Mm.	Dehnungslänge in Mm.	Verkürzungsgröße in Mm.	Unterschied der natürlichen und der Verkürzungslänge.	Gleichgewichtskraft für 1 Quadr.-Cent. Querschnitt.	Procente der Verkürzung, die Dehnungslänge = 100.
ild- [1])	0,13	1	42	16,4	21,8	5,6	+ 0,2	747 [4])	39
er- [2])	0,14	2	42	28,0	34,3	6,3	0,0	1091	18,4
[3])	0,97	6	452,5	33,0	36,5	3,8	— 0,3	1805	10,4

r Schneidermuskel und der Wadenmuskel würden natürlich noch
Werthe geliefert haben, wenn ihre Gleichgewichtsverhältnisse nicht

ing Nr. 106. a. Vers. 1.
ing Nr. 106. b. Vers. 2.
ing Nr. 107. a. Vers. 6. Der Wadenmuskel des Frosches kann nur auf eine
unsichere Weise auf eine Querschnittseinheit zurückgeführt werden.
Eigenschwere wurde hierbei zu 1,06 angenommen.

in späteren Beobachtungen, sondern in dem ersten Versuche getroffen w
den wären. Ihre Werthe sind daher jedenfalls zu klein. Dieses beh
um so eher die früher (§. 2711.) erwähnte Annahme, daß die Gle
wichtskräfte wachsen, so wie sich die Muskeln weniger dehnen.

Der Wadenmuskel des Frosches bildet eine einfache Masse. Die Länge seiner
zelnen Fasern wechselt in geringerem Maaße, als die des Zwillings-, des Waden-
des Fußsohlenmuskels unseres Körpers. Man kann daher hier im Nothfalle ehe
Versuch machen, den mittleren Querschnitt zu berechnen. Geht man aber auch hi
ein, so darf man sich nicht täuschen und etwas mehr, als einen höchst ungefähren We
der zum Vergleiche mit dem der Wadenmuskeln anderer Frösche dienen kann, zu
sitzen glauben.

2716 Bedenken wir, daß alle Werthe, die wir in solchen Versuchen er
ten, hinter den wahren Größen zurückbleiben, so werden wir eher zu n
drig, als zu hoch schätzen, wenn wir annehmen, daß der Zungenschi
knorpelmuskel eines sehr kräftigen Frosches nicht ganz 1 Kilogr., d
Schneidermuskel 1 bis 2 Kilogr. und der Wadenmuskel mehr, als 2
logr. als Gleichgewichtskraft für einen Quadratcentimeter Querschnitt
sitzen kann.

2717 Die Last, die der Muskel auf eine äußerst kleine Höhe emporzu
giebt das Maaß seiner Maximalkraft. Sie wächst natürlich um so m
je unbedeutender die geringe, zu vernachlässigende Verkürzungsgröße
genommen wird. Dieses geht aber nicht ins Unendliche. Jeder Mu
hat eine Gewichtsmenge, der er im Augenblicke seiner Zusammenzieh
nicht mehr gewachsen ist. Wir werden daher die Werthe der Maxim
kraft um so richtiger treffen, je mehr wir uns dieser Grenze annähern

2718 Wird ein Muskel den Schlägen eines Magnetelektromotors läng
Zeit hindurch ausgesetzt, so ermüdet er in stets höherem Grade. Er v
kürzt sich immer weniger oder hebt das gleiche Zuggewicht auf eine fo
während abnehmende Höhe. Wir werden später sehen, daß seine Dehn
barkeit zu gleicher Zeit zunimmt. Haben wir ihn mit einer großen L
beschwert und durch wiederholte galvanische Schläge geschwächt, so v
kürzt er sich nicht mehr unter dem Einflusse des elektrischen Stro
Er verlängert sich vielmehr, weil er weicher geworden ist. Setzen w
dieses voraus, so würden wir die Maximalkraft da, wo der Muskel sei
frühere Länge trotz der wiederholten galvanischen Schläge beibehält, w
seine Verkürzung die Erweichung und Verlängerung, welche die Erm
dung herbeiführt, ausgleicht, suchen müssen.

Wollte man von dieser Grundlage ausgehen, so könnte man
Gefahr vor Täuschungen kaum vermeiden. Ein Muskel, der seine D
barkeit völlig verloren hat, brauchte sich nur nicht rasch genug zu
längern, er brauchte seine Dehnungslänge die wenigen Augenblicke
Wirkung des galvanischen Stromes scheinbar beizubehalten, damit
größten Irrungen zu Stande kämen. Ich habe es daher vorgezogen,
kleinsten Hubhöhen, die sich noch an den Fig. 119. und 120. abgebild
Vorrichtungen mit Sicherheit ablesen lassen, nämlich $1/10$ Millimeter
geringsten Verkürzungswerth hier anzunehmen. Die Betrachtung der
türlichen Thätigkeit der Wadenmuskeln wird uns Gelegenheit geben,

räfte dieſer Bewegungswerkzeuge für noch unbedeutendere Ver-
größen kennen zu lernen.

edeutung, die $^1/_{10}$ Mm. Hubhöhe beſitzt, hängt natürlich von
Ich habe daher auch jene Längenabnahme in Procenten de
uskels in der §. 2719. gegebenen Tabelle ausgedrückt.

en wir einige Beiſpiele, die verſchiedene geradfaſerige Fr 2719
eliefert haben, zuſammen, ſo finden wir:

Muskelſtück. Name.	Gewicht in Grm.	Zahl des Reizverſuches.	Belaſtungsgewicht in Grm.	Natürliche Länge in Mm.	Dehnungslänge in Mm.	0,1 Mm. Hubhöhe in Procenten der Dehnungslänge.	Maximalkraft in Kilogrammen für 1 Quadr.-Cent. Querſchnitt.
ngenſchild-elmuskel [1])	0,13	10	142	16,4	30,3	0,33	3,508
chneider-nuskel [2])	0,13	1	120	—	39,0	0,26	3,816
Dsgl.	0,15	3 oder 4	132	28,8	39,5	0,25	3,685
Rechter teidermuskel	0,16	1	154	—	45,0	0,22	4,591
rSchneider-el deſſelben Froſches	0,14	1	170	29,5	43,5	0,23	5,599

ſehen ſchon hieraus, daß die Maximalkraft des Schneidermus-
Froſches, wenn er ſich nur um $^1/_4$ % verkürzt, mehr als 5,6
ir einen Quadratcentimeter betragen kann. Die ſpäter ange-
nterſuchungen werden uns lehren, daß ſich dieſer Werth unter
Bedingungen noch bedeutend vervielfältigt.

uchen wir endlich, die Größen der Maximalkräfte unter den 2720
erwähnten Einſchränkungen auf Gewichtseinheiten zurückzuführen,
n wir z. B. für $^1/_{10}$ Mm. Verkürzungsgröße oder $^1/_4$ bis $^1/_3$ %
nabnahme:

Muskelſtück. Gewicht in Grm.	In Grm. ausgedrückt. Maximallaſt.	Maximallaſt für 1 Grm. des Muskels.	Muskelſtück. Name.	Gewicht in Grm.	In Grm. ausgedrückt. Maximallaſt.	Maximallaſt für 1 Grm. des Muskels.
			Wadenmuskel	0,18	255,3	1418
0,13	142	1092	Dsgl.	0 26	635	2442
0,14	170	1214	Dsgl.	0,27	mehr als 750	mehr als 2800
0,21	234,7	1118				

g Nr. 106. a. Verſ. 10. [2]) Die Beobachtungen Nr. 2. bis 5. ſind an der
20., die Nr. 1. dagegen an der Fig. 119. abgebildeten Vorrichtung gewonnen.

Wir sehen hieraus, daß verhältnißmäßig lange und dünne ge faserige Muskeln wenigstens ein bis zwei Tausend Mal so viel, als selbst wiegen, auf eine kleine Höhe heben können. Die Last gleicht a bestens dem drei Tausendfachen in den dickeren, obgleich schiefaser Wadenmuskeln.

2721 Es versteht sich von selbst, daß wir die Werthe, die für die g genannten Muskeln gelten, mit denen, welche z. B. der Zungenschild pelmuskel giebt, nicht vergleichen können. Denn 1 Grm. Muskel hat weder dieselbe Länge, noch die gleichbedeutende Art von Quersc Wir dürfen höchstens die Größen, die wir für die Wadenmuskeln schiedener Frösche erhalten, gegenseitig zusammenstellen, um die Ver nisse der absoluten und der natürlichen Dehnung oder die Zustände Reizbarkeit unter verschiedenen Nebenbedingungen kennen zu lernen.

2722 Es wäre, wie es auf den ersten Blick scheint, möglich, sich Uebersicht der Kräfte verschiedener Muskeln zu verschaffen, wenn alle Verkürzungsgebilde auf die gleiche Länge und dasselbe Gewich rückführte und demgemäß die entsprechenden Beschwerungen bere Die schon früher (§. 2668.) erläuterten Verhältnisse der Querschnitte sen uns überzeugen, daß man sich hierbei nur einer Selbsttäuschung geben würde. Ein anderer Nebenumstand bekräftigt noch die g Ansicht.

Beobachtet man die Zusammenziehung eines von einem starken gewichte straff angespannten geradfaserigen Muskels, wie des Zu schildknorpelmuskels oder des Schneidermuskels, genauer, so bemerkt nicht selten, daß sich nicht die ganze Länge der Fasern, sondern nur gewisse beschränkte Stelle derselben verkürzt. Die noch thätigen T liegen weder an dem oberen, noch an dem unteren Ende, sondern in übrigen Verlaufe der Masse. Das Gewicht spannt wahrscheinlich di fern ungleich an. Eine Abtheilung verliert hierdurch ihre Kraft, wäh eine andere dem starken schädlichen Zuge mehr oder minder entg kann. Diese Erscheinung wechselt natürlich von Muskel zu Muskel, eine vermag sie mehr, als der andere zu begünstigen. Fehlte sie, so den dieselben Fasern die gegebene Last höher ziehen und erst ein stär Zuggewicht um jenen kleinen Werth von $\frac{1}{10}$ Mm. emporheben. Kräfte, die wir finden, müssen daher immer beträchtlich geringer, wenn jenes Hinderniß hinwegfiele, ausfallen. Jeder sichere Vergleich schiedener Muskeln hebt sich unter diesen Verhältnissen von selbst au

2723 Nutzwirkung der Muskeln bei frei gegebener Spann — Ständen die Zuggewichte und die Verkürzungsgrößen in gegensei umgekehrten Verhältnisse, so müßte der Muskel dieselbe Nutzwirkun den verschiedensten Belastungen unter sonst gleichen Nebenbedingu darbieten. Zöge er sich um 30 Mm. bei 60 Grm. Beschwerung, u bei 120 Grm., um 5 bei 360 und um 1 Mm. bei 1800 Grm. zusam so würden alle diese Leistungen 180 Grammen-Centimeter als dynam Einheit besitzen. Die Beobachtung der thierischen Kräfte hat aber Mechaniker längst überzeugt, daß dieses nicht der Fall ist. Sie fa

Bd. I. Abtheilung Kl. 45.

e Maximallast mit einer fast Null gleichen Geschwindigkeit oder
nd umgekehrt eine Maximalgeschwindigkeit, für welche der Wi-
n Kleinstes wird, giebt. Es folgt hieraus von selbst, daß die
zwirkung auf Lasten und Geschwindigkeiten, die zwischen Null
sich wechselseitig ausschließenden Maximis liegen, oder auf ge-
ere Kraft- und Geschwindigkeitswerthe fallen muß.

on Weber und mir angestellten Untersuchungen bestättigen das 2724
ausgeschnittene und frei dehnbare Muskelmassen. Ueberschrei-
astung eine gewisse Grenze, so nimmt die Verkürzung unver-
ig ab. Wirkt hingegen eine nur unbedeutende Beschwerung,
bst das Maximum der Längenabnahme den geringen Werth des
es nicht ausgleichen. Beide Fälle geben daher zu niedere
r Nutzwirkung. Es muß ein Theil der möglichen Verkürzungs-
eine gewisse Menge der tragbaren Last geopfert werden, damit
e Ausgleichung die größte mechanische Leistung herbeiführt.

Gesetz greift so tief durch, daß sogar die Veränderungen, welche mäßige Er-
e hervorrufen, seinen Einfluß nicht verwischen. Wählen wir einige Bei-
i Nro. 106 bis 108 des Anhanges mitgetheilten Versuchen, so haben wir:

des Muskelstückes.	Zahl des Reizver-suches.	Last in Grammen.	Verkürzungs-größe in Cen-timetern.	Nutzwirkung in Grammen-Centimetern.
	5	2	1,05	2,10
hildkuorpelmuskel	7	102	0,33	33,66
	8	122	0,02	2,44
	1	2	0,77	1,54
neidermuskel	3	12	0,69	8,28
	6	42	0,02	0,84
	1	86	0,45	38,7
adenmuskel	6	452,5	0,38	171,95
	9	731	0,075	54,83
	1	833	0,48	339,84
adenmuskel.	2	736	0,58	426,88

er Nro. 4 verzeichnete Doppelbeobachtung kann uns lehren, daß ein verhält-
ineres passenderes Zuggewicht immer noch eine größere Nutzwirkung trotz der
Spannung und Ermüdung, die vorangegangen war, lieferte.

elt man die Belastungen willkührlich, so erhält man bald schwä- 2725
stärkere Kraftmomente, je nachdem man sich den günstigsten
en Bedingungen der Hubhöhe und des Gewichtes, die der au-
e Zustand des Muskels fodert, nähert oder nicht. Wiederholt
lbe Beobachtung zwei Mal rasch hinter einander, so daß die
Ruhe möglichst klein wird, so sinkt der Werth der Nutzwirkung,
erste Reizung eine übermäßige Anstrengung erfodert, wenn sie
anhielt, mit einer bedeutenden Verkürzungsgröße verbunden
einem verhältnißmäßig starken Zuggewichte entsprach. Da aber

die Empfänglichkeit der ausgeschnittenen Froschmuskeln nicht immer i
tiger Reihe abnimmt, da sie sich in den kürzeren oder längeren Pau
zwischen je zwei Beobachtungen liegen, zu erholen vermag, so k
sich auch ereignen, daß das ungefähr gleiche Zuggewicht später a
größere Höhe gehoben oder eine stärkere Nutzwirkung hervorgebrac

Wollen wir uns wiederum die drei möglichen Fälle versinnlichen, so b
z. B. in Anhang Nro. 107:

Bezeichnung des Muskelstückes.	Zahl des Reizversuches.	Last in Grammen.	Verkürzungsgröße in Centimetern.	Nutz in Gr Cent
1. Wadenmuskel	3	850	0,15	1
	4	850	0,15	1
2. Dsgl.	1	535	0,30	1
	2	565	0,10	
3. Dsgl.	2	736	0,15	1
	9	760	0,20	1

Obgleich die beiden verzeichneten Beobachtungen unmittelbar auf einander f
finden wir doch in Nro. 1 Gleichheit und in Nro. 2 Verminderung der Nut
Die Erhöhung, die uns in Nro. 3. begegnet, ist um so belehrender, als das gri
chanische Moment für eine etwas stärkere Belastung nach einer Reihe dazwische
der Verkürzungen zu Stande gekommen ist.

2726 Da die Nutzwirkung aus dem Producte des Kraftgewichtes u
Verkürzungsgröße abgeleitet wird, so kann sie den gleichen Wert
halten, wenn der Muskel das eine Mal eine kleinere Last auf e
deutendere Höhe und in dem zweiten Falle eine größere Beschwer
kürzere Strecke emporzieht. Ein und derselbe Zungenschildknorpe
Anhang Nr. 106. f. hob z. B. 2 Grm. 1,23 Centimeter in dem ersten und 22 Grm
Cent. in dem fünften Reizversuche. Die Nutzwirkungen gleichen al
und 2,42 Grammen-Centimeter. Wir würden aber irren, wenn wi
beiden Verhältnisse ohne Weiteres gleichstellen wollten. Der Musk
in dem zweiten Falle stärker gespannt und dem Einflusse des M
elektromotors länger ausgesetzt gewesen, als in dem ersten. A
sogleich in diesem Versuche mit 22 Grm. oder in dem fünften mit 2
belastet worden, so hätten sich die Hubhöhe und die Nutzwirkung
ßert. Da man nun nicht alle Beobachtungen auf ein Mal anstelle
da überdieß die Spannungen mit den Zuggewichten zunehmen, da
Reizbarkeitswirkungen in ungleichem Maaße ändern, so ergiebt s
selbst, daß man nicht berechtigt ist, die Größen der Nutzwirkung
man in einer Versuchsreihe an einem und demselben Muskel erhä
gleichwerthige Zahlen zusammenzustellen. Nur bedeutendere Abweic
welche den Umfang jener Fehlerquellen überschreiten, liefern hi
sicherere Grundlage.

2727 Wollten wir es versuchen, die Nutzwirkungen entsprechende
keln verschiedener Thiere zu vergleichen, so würde sich die Schwi

die Unsicherheit noch mehr vergrößern. Wir haben zwei Grundglie-
von denen die Verkürzungsgröße abhängt, den Einfluß der Schwin-
gen der bewegenden Nerven, den wir mit dem Namen der Reizbarkeit
die Dehnbarkeit der Muskelfasern, die wir als Molecularbeschaffen-
derselben bezeichnen können. Es ist, wie wir sehen werden, unwahr-
nlich, daß diese beiden Glieder gleichmäßig fallen und steigen. Wir
nen uns wenigstens nach den gegenwärtigen Kenntnissen vorstellen,
die Nerven des einen Präparates empfänglicher geblieben sind, wäh-
die Molecularbeschaffenheit des anderen der Ernährungsverhältnisse
en andere Bedingungen von vorn herein darbietet. Wären auch die
gen Nebeneinflüsse dieselben, berücksichtigten wir sogar nur die bei-
ttigen ersten Versuche, so wären die ihnen entsprechenden Zahlen
t vergleichbar, weil sie von zwei Bedingungsgliedern, die möglicher
se unter sich abweichen, bestimmt werden.

Will man sich einen ungefähren Begriff von den Nutzwirkungen der 2728
keln verschaffen, so kann man sich nur an die höchsten Werthe, die
Reihe von Versuchen ergeben hat, halten. Man muß aber hierbei
t vergessen, daß man selbst in den glücklichsten Fällen hinter den wah-
Größen zurückbleibt. Fällt das maximale mechanische Moment auf
spätere Reizung, so hat fast immer die Wiederholung der Verkür-
g ihre nachtheiligen Einflüsse ausgeübt. Sollen wir nicht an Wirkung
ieren, so müssen wir uns mit den einzelnen Prüfungen so sehr beei-
daß die Erholung in Verhältniß zu den großen Belastungen, die an-
endet werden, nicht verbessernd durchgreift. Kein Muskel gewinnt
in der Folge seine Kräfte, die er im Leben hatte, vollständig wieder.
t aber das Maximum der Nutzwirkung bei dem ersten Reizversuche,
wissen wir nicht, ob wir hier gerade die günstigsten Bedingungen ge-
fen haben oder nicht Wir können daher nur die höchsten gefundenen
rthe unter dem Vorbehalte, daß sie möglicher Weise in der Wirklich-
noch größer ausfallen, anführen.

Die Größen, die man auf diesem Wege ermittelt, lassen sich in dop- 2729
ter Art ausdrücken. Wir führen das Zuggewicht eines geradfaserigen
uskels auf eine Querschnittseinheit zurück und sagen, daß ein Muskel
e so bestimmte Last auf eine gewisse Zahl von Procenten seiner Länge
vorhebt. Oder wir bringen die Beschwerung mit dem Gewichte des
uskels in Beziehung und drücken die Hubhöhe in einem bekannten
aße oder richtiger in Längenprocenten der gedehnten Muskelfasern aus.
ieses zweite Verfahren beseitigt alle Uebelstände, welche die Querschnitts-
stimmungen begleiten. Es bildet die einzige Bezeichnungsweise, die
ir mit Sicherheit für die Wadenmuskeln gebrauchen können.

Ed. Weber[1]), der die gleichen Grundverhältnisse für die Zungenschildknorpelmus-
verschiedener Frösche voraussetzt und die Einflüsse der Wiederholung der Reize auf
em Wege der Rechnung zu beseitigen sucht, gelangte zu dem Ergebnisse, daß ein Qua-
dratcentimeter jenes Bewegungswerkzeuges, wenn es noch nicht wesentlich ermüdet ist,
50 Grm. um 40,1% seiner Länge bei der größten Nutzwirkung in die Höhe zieht. Nimmt

[1]) Ed. Weber, a. a. O. S. 96.

man mit jenem Forscher 1,0583 als Eigenschwere der Muskelmasse an, so wi
1 Cubikcentimeter derselben, wenn ihre Länge 1 Cent. gleicht, das 425fache de
Gewichtes um 4 Mm. oder 40% der Dehnungslänge emporheben. Die Nu
gliche dann 180,4 Grammen-Centimeter.

Weber[1]) giebt noch an, daß in diesem Falle die Muskeln das 95fache
wichtes 15 Mm. hinaufziehen. Es ist mir nicht klar geworden, worauf dieser
beruht und was er überhaupt zu bedeuten hat, da man nicht weiß, welche un
Länge der Muskel besitzt. Es kann natürlich unmöglich eine Muskelmasse
Centimeter Länge gemeint sein. Wir würden überdieß irren, wenn wir sage
daß ein Muskel, der das 425fache seines eigenen Gewichtes 4 Millimeter
425 × 1/15 oder das 113fache desselben 15 Mm. emporziehen könnte.

2730 Da der höchste Grad der Nutzwirkung eben so gut von dem
nißmäßigen Ueberflusse der Verkürzungsgröße, als von dem de
wichtes ausgehen kann, so wollen wir je zwei Bestimmungen
Anhang Nr. 109. Nr. 109 des Anhanges gegebenen Tabelle für die geradfaserig
keln beispielsweise auswählen. Die eine hat den höchsten Wert
Procente der Längenabnahme und die andere für einen Quadrate
des Querschnittes. Da die Wadenmuskeln keine Querschnittsver
gen mit Sicherheit gestatten, so werden wir statt ihrer die Be
des Lastgewichtes zu der Schwere des Muskels berücksichtigen.
halten dann:

Muskelstück. Name.	In Grm. ausgedrücktes Gewicht.	Zahl des Versuchs.	Dehnungslänge in Centimetern.	Belastung in Grm.	Hubhöhe in Centimetern.	Größte Nutzwirkung in Grm.-Centimetern.	Nutzwirkung des Muskels für 1 Quadr.-Cent. Querschnitt und 1 Cent. Länge.	Zuggew in Gr für 1 Quadr.-Cent. Querschnitt.	das Gewicht
Zungenschildknorpelmuskel	0,13	7	2,43	102	0,33	33,7	274,6	2021	7
Dsgl.	0,12	2	2,20	5	1,59	8,0	70,1	97	
Schneidermuskel	0,10	1	3,23	42	0,07	2,9	31,6	1438	4
Dsgl.	0,11	3	2,98	12	0,69	8,3	80,0	345	1
Wadenmuskeln	0,39	1	3,1	535	0,30	160,5	436,1	4496	13
Dsgl.	0,17	4	2,25	125	0,35	43,8	274,7	1761	7

Wollen wir diese Endwerthe richtig beurtheilen, so dürfen
vergessen, daß jede Größe, die wir hier finden, willkührlich oder
maßen zufällig ist. Lassen wir nämlich auch die übrigen schr
Nebenbedingungen bei Seite, so hängt der höchste Werth des
schen Momentes einer Beobachtungsreihe von der Art, wie wir
suche anstellen, ob wir schwerere oder leichtere Zuggewichte g
in welcher Ordnung und in welchen Zeitzwischenräumen wir sie
ab. Wir können daher auch nicht zwei Ergebnisse unmittelbar

[1]) Ed. Weber, a. a. O. S. 121.

gleichen. Wir dürfen z. B. nur sagen, daß uns ein Zungenschildknor-
muskel, bei dem wir vor Allem die stärksten Belastungen im Auge hat-
, die größte Nutzwirkung lieferte, wenn ein Quadratcentimeter seines
erschnittes mit 2021 Grm. beschwert war oder das 785fache seines
enen Gewichtes trug und sich in beiden Fällen um 13,6 % seiner
ge zusammenzog. Da aber auch dieses Verhältniß den höchsten Werth
mechanischen Momentes für 1 Centimeter Länge und 1 Quadratcent.
erschnitt, nämlich 274,6 Grammen-Centimeter lieferte, so ergiebt sich
selbst, daß wir hier unter den verhältnißmäßig günstigsten Bedingun-
gearbeitet haben. Das Ergebniß, das wir erhielten, übertraf die
ungen der übrigen Versuche und den Endwerth, zu dem Weber auf
§. 2729. erwähnten Wege gelangt ist.

Gebrauchen wir leichtere Zuggewichte und begünstigen wir auf diese Weise die Hub-
, so werden wir im Allgemeinen niederere Werthe der Nutzwirkung erhalten. Ha-
wir dagegen stärkere Belastungen im Auge, so kann sich bisweilen das Umgekehrte
en. Es kommt jedoch auch vor, daß die mechanischen Momente kleiner ausfallen,
zu bedeutende Beschwerungen die Verkürzungsgrößen unverhältnißmäßig erniedrigen.
absolut höchsten Werthe der Nutzwirkungen fußen auf den günstigsten gegenseitigen
chungen der Belastungen und der Längenabnahmen. Da wir aber kein Mittel be-
, diese Bedingungen von vorn herein zu bestimmen, so können wir auch nur sagen,
der Zungenschildknorpelmuskel eines sehr kräftigen Frosches für einen Centimeter
ge und einen Quadratcentimeter Querschnitt wenigstens 274,6 Grammen-Centimeter
wirkung giebt, weil er 2021 Grm. um 13,6% seiner Länge in einem günstigen Falle
vorgezogen hat.

2731 Natürliche Kraft und Nutzwirkung der Muskeln. — Wir
ben schon früher (§. 2683.) gesehen, wie die natürliche Thätigkeit der
ihre bestimmten Hebel gebundenen Muskeln von der absoluten Wirkung
r ausgeschnittenen Verkürzungsgebilde abweicht. Sie hat den Vortheil,
ß die Spannung der Fasern nicht nothwendig mit dem stärkeren Zug-
wichte zu- und daher die Wirkung abnimmt. Die Verhältnisse der
ien Dehnung und der absoluten Arbeit gewähren dafür den Vorzug,
ß die Beschwerungen die Muskelmasse senkrecht und die Fasern über-
upt meist unter den möglichst günstigen Winkeln angreifen, während die
türlichen Anheftungen unpassendere, mit den Stellungen wechselnde Be-
igungen herbeiführen.

2732 Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß die Zahlen, die wir für die
türliche Wirksamkeit eines Muskels erhalten, eine noch beschränktere
wendung, als die Werthe der absoluten Thätigkeit gestatten. Wir ha-
hier dieselben Einflüsse, die jeder einzelne Muskel auf die Bedeutung
nes Querschnittes, den Verlauf seiner Fasern und die Beschaffenheit
Zwischengewebe mittelst seines Baues ausübt. Es gesellt sich über-
ß noch der Umstand hinzu, daß häufig der Winkel, unter dem der
uskel oder die Sehne an den natürlichen Hebeln arbeitet, mit der Lage
r Theile wechselt. Wir würden aber irren, wenn wir aus diesem Grunde
Erforschung der natürlichen Leistungen unbeachtet lassen wollten. Sie
ben uns zunächst einen Begriff der Wirksamkeit, die im Leben unter
wissen Verhältnissen möglich ist. Sie belehren uns überdieß, in wiefern
e Gesetze, die wir für die absolute Arbeit gefunden, wiederkehren oder

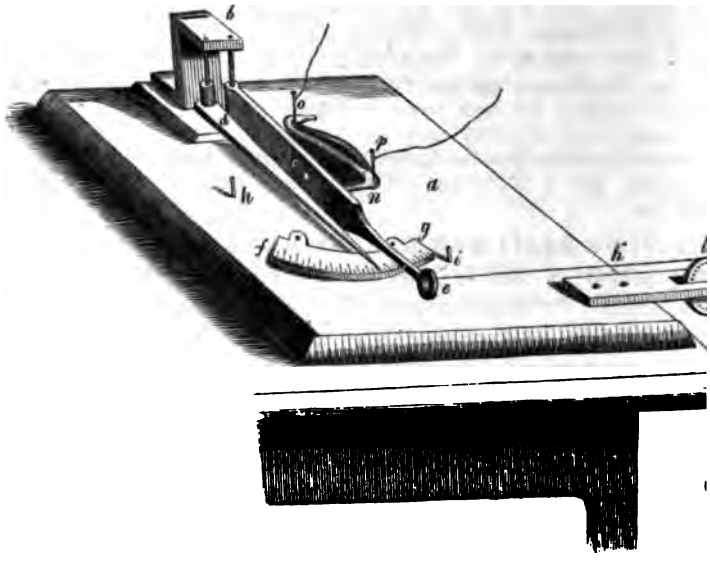
nicht, ob sie von der bei dieser frei gegebenen Spannung abhänge aus anderen Ursachen hervorgehen.

Die Fig. 119. abgebildete Vorrichtung kann die natürlichen Muskelwirkun angeben. Wollten wir z. B. die Gewichte an den Fuß eines ausgeschnitten schenkels hängen, so würden stärkere Lasten die Gelenktheile übermäßig dehnen lich zerreißen. Die Spannung könnte sich im Anfange nur ungleich auf die muskeln übertragen. Man erhielte im günstigsten Falle Werthe, in denen e liches Grundglied von Versuch zu Versuch wechselte. Die Verhältnisse würden rade den Bedingungen, die nur seltener im Leben einzutreten pflegen, entsprech

Der Fig. 120. gezeichnete Apparat bietet dieselben Nachtheile dar. W den mit *u* Fig. 120. bezeichneten Zugfaden an den gegen die Vorderfläche d schenkels zurückgebogenen Fuß binden, so würde sich zum Theil das Gleiche wi Die Fußmasse könnte auch leicht im Augenblicke der Verkürzung schief ausw das Ganze stören. Diese Gründe bewogen mich, eine dritte Vorrichtung zur E der natürlichen Wirkungen der Wadenmuskeln des Frosches anfertigen zu lasse

Ein 18 Centimeter breites und 16 Centimeter langes Brett, *a* Fig. 125,

Fig. 125.



Gehäuse *b*, in dem zwei Stahlachsen eingefügt sind. Ein längerer Zeiger *c* um die eine und ein etwas kürzerer *d* um die zweite Achse. Jener hat eine seinem Ende und eine Oeffnung oder ein anderes Zeichen gerade in der Mitte se die 13 Centimeter beträgt. Dieser, der nur 10 Centimeter lang ist, besitzt ein Querbalken, der ihn von *c* entfernt hält. Er spielt überdieß an einer kurz skale *fg* und wird in seiner Bewegung nach außen von einem Stifte *h* beschr zweiter Stift *i* leistet den gleichen Dienst für den Zeiger *c*. Ein Zugfaden die Oese *e* eingebunden wird, geht über die Rolle *l* und führt zu einer Wa Das Gewicht von dieser zieht den längeren Zeiger *c* so weit zurück, daß er an *i* anliegt. Bringt man ihm den kürzeren Zeiger *d* so nahe, als es dessen Qu stattet, so berührt seine Spitze den Anfangstheil *g* der Skale *fg*.

Man enthäutet den Froschschenkel, den man zu dem Versuche gebrauchen fernt alle Theile des Oberschenkels bis nahe zum Kniegelenke, schneidet die oder ohne einen Theil der Fußplatte fort und trennt die sämmtlichen Muske terschenkels mit Ausnahme des Wadenmuskels los. Ist dieses geschehen, so den Fuß *n* so viel als möglich gegen den Unterschenkel zurück und legt ihn f

dass *a*, daß seine Spitze die Außenfläche des längeren Zeigers *c* gerade an dem Zei-
en, das in dessen Mitte von *c* angebracht ist, berührt. Eine mit einem feinen Kupfer-
athe versehene Stahlnadel *p* wird durch die Mitte des Unterschenkel-Fußgelenkes und
e zweite mit einem Leitungsdrathe umwickelte Nadel *o* in die Masse des Oberschenkels
geschlagen. Der Unterschenkel ist daher unverrückbar festgestellt. Die Nadel *o* ver-
indet überdieß, daß der Oberschenkel nachgiebt und der Wadenmuskel, wenn er sich
kürzt, einen Theil seiner Wirksamkeit auf jenen überträgt. Der Drath von *o* führt
dem einen Pole des Magnetelektromotors, der von *p* dagegen zu einem Quecksilber-
öpfchen, in welches der zweite Poldrath eingetaucht wird.

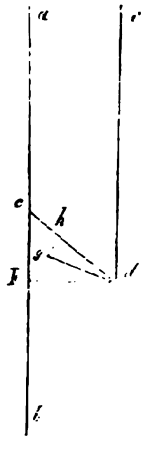
Hat man die Kette noch nicht geschlossen, so liegt der längere Zeiger *c* an dem
tift *i* an. Der kürzere *d* ruht auf dem Anfange *g* der Bogenskale. Schließt man
e Kette, so zieht sich der Wadenmuskel zusammen und dreht den Fuß um das Unter-
nkel-Fußgelenk. Die Fußplatte schiebt dann den längeren Zeiger *c* unmittelbar und
n kürzeren *d*, der an der Bogenskale *g* dahingleitet, mittelbar in der Richtung von *i*
h fort. Dieser Augenblick der Wirkung ist in der Figur dargestellt. Hört später
Verkürzung auf, so treibt die Schwere von *m* den längeren Zeiger *c* bis *i* zurück.
r kürzere *d* dagegen, dessen Spitze mit geringer Reibung auf *g* dahingleitet, bleibt
dem entferntesten Punkte, den er während der Zusammenziehung des Muskels ein-
ommen hatte, stehen. Wir können so einen Skalenwerth, aus dem sich das Mari-
m der Wirkung berechnen läßt, ablesen.

Wir haben eben gesehen, daß die obere Fläche der Fußplatte die Vorderseite des
terschenkels berührt. Der Wadenmuskel arbeitet mithin in dem Zustande seiner größt-
glichen Streckung. Kann einmal die Waagschaale *m* den Zeiger *c* an den Stift *i* drü-
n, so dürfen wir sie mit noch so viel Gewichten als wir wollen, beschweren, ohne
ß sich die Streckung und die Spannung des Wadenmuskels im Geringsten ändert.
ir beseitigen auf diese Weise ein Hinderniß, das unter allen Verhältnissen der abso-
en Muskelthätigkeit vorhanden ist und sich mit der Vergrößerung der Belastung im-
r mehr erhöht.

Die ganze Vorrichtung hat vor Allem im Auge, die Art und Weise, wie sich die
adenmuskeln stärkeren Lasten gegenüber verhalten, zu untersuchen. Wir können daher
mer nur kleinere Verkürzungsgrößen erwarten. Dieser Umstand macht es möglich,
ß wir einen Fehler, der sonst von bedeutendem Einflusse wäre, unberücksichtigt lassen
rfen.

Beschriebe die Oese *e* des längeren Zeigers *c* einen größeren Bogen, so würde bald
r Zugfaden *k* aus der gefurchten Rolle *l* ausweichen oder durch die Schwere der Be-
tung festgeklemmt werden. Die Fußplatte, die sich um die Nadel *p* dreht, muß natür-
) in immer anderen Punkten an *c* stoßen. Würde der Bogen zu groß, so käme bald
eine Entfernung, in der ihr äußerstes Ende *c* nicht mehr er-
reicht und in der sie sich fernerhin frei drehte, so wie sich die Wa-
denmuskeln noch weiter verkürzen. Die Kleinheit der beschriebenen
Bögen verhütet diese Gefahr. Sie vermindert überdieß den Feh-
ler, den die ganze Einrichtung herbeiführt, in hohem Maaße.

Fig. 126.

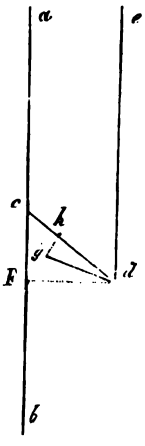


Gehen wir nun zu der etwas verwickelten Berechnung der Ver-
suchsergebnisse über, so müssen wir zuerst untersuchen, um wie viel
die Schaale *m* in die Höhe steigt, wenn der längere Zeiger *c* den
kürzeren *d* um je einen Grad der Skale *fg* fortstößt. Man ent-
wirft sich in dieser Hinsicht eine Tabelle, aus der man leicht die
Grade von *fg* auf Hubhöhen der Waagschale *m* und auf Weg-
größen der Oese *e* des Zeigers *c* zurückführen kann.

Denken wir, *ab* Fig. 126., sei die Achse des längeren Zeigers *c* Fig. 125., *cd* die der Fußplatte, wie sie sich im Maximum der Verkürzung um *d* gedreht hat, so wissen wir, daß *c* in der Hälfte von *ab* anliegt. Es muß daher das Gewicht, das an *b* arbeitet, verdoppelt werden, damit man den richtigen Werth erhalte. Die Achse der Fußplatte *cd* greift aber *ab* unter keinem rechten, sondern unter dem Winkel *dcb* an. Messen wir nun *dc* = *r* und das von *d* auf *ab* gefällte Loth *df* = 5, so haben wir die nöthigen Größen,

Anfang Nr. 101.

Fig. 127.



mittelst deren wir das Gewicht, das dem rechtwinkelige entspricht, berechnen können. Dieser zweite Umstand muß den wahren Werth der Last abermals vergrößern. W daher die Waagschale mit weit weniger Gewichten, als d wahrhaft ziehen kann, zu beschweren brauchen.

Die Bestimmung der Verkürzungsgröße verhält sich gekehrt. Finde ich in der Tabelle der Vorversuche, d einen Weg von 10 Mm. durchlaufen hat, so entsprechen der Mitte c. Nehmen wir an, daß das Fersenbein, an Achillessehne unmittelbar zieht, bei g liegt, so fälle ich d auf die Fußplatte dc. Der Ausschlag wird durch dk Verkürzungsgröße dagegen durch $dk = t$ bewirkt. Si $\frac{r}{t}$ gleichen. Betrug der Weg von b 10 Mm., so wird

zung nur $5\,\frac{r}{t}$ ausmachen. Man sieht leicht, daß

meter, das wir an der Skale des Bogens fg Fig. 125. Auge unmittelbar ablesen, einem weit geringeren Bru Verkürzungsgröße entspricht. Wir können auf diese Wei nere Werthe, als mittelst des Fernrohres bestimmen.

Die Berechnung setzt voraus, daß sich die Einstichsstelle der hintere Fig. 125. in dem Drehpunkte des Fußgelenkes befindet. Es versteht sich von man dieses nur auf sehr ungefähre Weise in dem Versuche selbst treffen k vermag sich aber leicht zu überzeugen, daß die Irrung noch kein Millimet kann. Erreichte sie aber selbst das Doppelte dieses Werthes, so würde imm Fehler äußerst unbedeutend ausfallen.

Die Achillessehne des Frosches verlängert sich in die Aponeurose der Fu habe immer die Fußsohlenmuskeln der Sicherheit wegen bis auf die Kno schnitten. Vergleichende Versuche belehrten mich jedoch, daß diese Vorsich ohne wesentlichen Nachtheil unterbleiben kann, weil sich die Fußaponeurose vorderen Theilen, die man jedenfalls wegschneidet, fortsetzt.

Der kürzere Zeiger d Fig. 125. gleitet mit einiger Reibung an seiner fg dahin. Eben so reiben sich beide Zeiger d und e an ihren Stahlachsen und terlagen, der Faden k an der Rinne des Rades l und dieses in dem Träger Diese Nebenbedingungen erhöhen die Lastwerthe. Werden sie in der Rechnu lässigt, so erhält man eher zu kleine, als zu große Zahlen und ist um so eher treibungen gesichert. Ich habe dieses in meinen Bestimmungen gethan. Es bemerkt werden, daß die Achsen mit flüssigem Hundefette eingeschmiert waren Reibungshindernisse so klein als möglich ausfielen.

2733 Die sämmtlichen Größen, die wir für die natürliche Thät Wadenmuskeln angeben werden, beziehen sich auf den Fall, daß Seite des enthäuteten Fußes dem Unterschenkel im Anfange achtung genau anlag. Der Muskel hatte daher seine größte Dehnung in allen Belastungen. Er griff aber die Fußplatte un spitzen Winkel an. 1 Kilogr. Last, das wir hier finden, besitzt d höhere Bedeutung, als 1 Kilogr. Beschwerung bei der absoluter keit desselben Verkürzungswerkzeuges gehabt haben würde (§. 26

2734 Betrachten wir zunächst die Maximalkraft, so wollen wir Nr. 110. des Anhanges mitgetheilten Versuchen zwei Beispiele, nen sich das eine auf einen kleinen und das andere auf einen ßen kräftigen Frosch bezieht, auswählen. Ich erhielt dann:

adenmuskel.						
cht m.	Länge in dem Maximum der natürlichen Dehnung in Mm.	Gehobene Last in Kilogr.	Hubhöhe in Mm.	Nutzwirkung in Grammen-Centimetern.	Ueberwundene Last für 1 Grm. Muskel.	Procente der Längenverkürzung.
[1])	25	7,058	0,07	49,4	16805	0,28
[2])	30	16,490	0,03	49,5	16166	0,10

n wir auch den hier ungünstigeren Zugwinkel bei Seite, so er-
dessenungeachtet, daß die natürliche Maximalkraft größer, als
te (§. 2720.) ausfällt. Die bedeutende Spannung und Dehnung,
n letzteren Falle ungehindert eingreift, bildet ohne Zweifel die
iche des Unterschiedes. Wir sehen mithin, wie sehr die Natur
rößten Belastungen gewinnt, wenn sie die Muskeln so anheftet,
chweren Zuggewichte die Fasern und die zwischen ihnen verlau-
ervven nicht übermäßig zu dehnen im Stande sind.

bemerken zugleich, daß der kleinere Frosch absolut weniger, aber 2735
imäßig mehr leistete, als der größere. Es ist dieses eine Er-
die nicht bloß hier, sondern in allen Versuchen, die wir über
amkeit der Muskeln anstellen, häufig wiederkehrt.

ühen wir uns endlich, die Last, die einem Quadratcentimeter 2736
tt entsprechen würde (§. 2668.), für den ersten kleineren Frosch
nen, so erhalten wir 44,7 Kilogr. für 0,28 % Verkürzung.
te größere giebt dann 51,7 Kilogr. für 0,10 % der Längenab-
Denken wir uns, die Muskelmasse, die einen Quadratcentimeter
itt besitzt, habe eine Länge von einem Centimeter, so liefert die
kraft des kleineren Frosches 49,4 und die des größeren 49,5
i-Centimeter Nutzwirkung. Man sieht hieraus, daß die Schätzung
ng (§. 2707.) nicht übertrieben ist.

man den Wadenmuskel eine bedeutende Last emporziehen, so 2737
r in dem Maaße, daß er unmittelbar darauf ein kleineres Ge-
eine weit geringere Höhe, als früher hebt. Da nun hier die
und die Spannung die gleiche bleibt (S. 243), so muß die
ge Anstrengung einen Theil der ursprünglich gegebenen Fähig-
s Muskels für den Augenblick oder für immer vernichten.

größern wir die Gewichte, mit denen der Wadenmuskel beschwert 2738
ehmen die Hubhöhen ab. Sie verkleinern sich aber nicht in ge-
erhältnisse zu der Lastzunahme. Gestattete noch die Beschwerung
leichungsweise stärkere Verkürzung, so kann sie die Verdoppelung
gewichtes auf ¼ ihres früheren Werthes zurückführen. War
schon vorher der größeren Belastung wegen in hohem Grade,

---

g Nr. 110. c. Vers. 1.
g Nr. 110. e. Vers. 5.

z. B. auf weniger, als 1 % gesunken, so geht sie bisweilen erst an herab, wenn sich die Beschwerung um das 15fache vermehrt[1]). Wechsel sehr starker Widerstände verkleinert also die verhältnißmäß Werthe der ihnen zukommenden unbedeutenderen Längenabnahmen i ringerem Maaße, als der schwächerer Lasten, denen weitere Verkürz bahnen entsprechen.

2739 Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß die günstigste verhältn ßige Nutzwirkung nur dann den größten Belastungen entsprechen wenn man einzig und allein bedeutende Beschwerungen gegenseitig gleicht[2]). Steigt man dagegen von kleinen Zuggewichten zu immer ßeren empor, so fällt wiederum (§. 2724.) das höchste mechanische ment auf mittlere Widerstände und mittlere Verkürzungsgrößen[3]). Gesetz hängt also nicht von den störenden Dehnungs- und Spann verhältnissen der absoluten Thätigkeit, sondern von der ursprüngliche tur der Muskelwirkungen ab. Es kehrt in kräftigeren und schwäc frischeren und ermüdeteren Muskeln wieder. Verkürzungsgebilde, di vorn herein oder durch vorangegangene Anstrengungen geschwächt geben natürlich die höchsten Nutzwirkungen für kleinere Lasten, als kere Muskelmassen.

Da die Hebel, an die sich der Muskel oder dessen Sehne in dem lebenden ansetzt, den Umfang der möglichen Verkürzungsgröße beschränkt, so könnten denken, daß Fälle vorkommen, in denen die größte Beugung oder Streckung eine des derjenigen Längenabnahme, welche zu der günstigsten Nutzwirkung gehört, ent Der Wadenmuskel des Frosches bietet jedenfalls diese Eigenthümlichkeit nicht da trägt sich aber überhaupt, ob es die Zweckmäßigkeit des Ganzen je fordert, daß die äußersten Bewegungsgrenzen, die immer etwas Gezwungenes haben und u die Muskeln am Meisten gedehnt sind, die passendsten dynamischen Einheiten herbei

2740 Wir sahen schon früher (§. 2730.), daß man nie die vollk günstigsten Bedingungen der Nutzwirkung zu ermitteln im Stan Wir können nur sagen, daß wir diese oder jene größten Werthe in Reihe von Untersuchungen, in denen wir die Gewichte mehr oder zufällig auswählten, erhalten haben. Setzen wir dieses voraus u rücksichtigen wir wiederum die Abhängigkeit des mechanischen Mo von der Größe der Längenabnahme und der Schwere der Belastu haben wir z. B.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] in Grm.	Hubhöhe in Centimetern	Größte Nutzwirkung in Grammen Centimetern.	Nutzwirkung des Muskels für 1 Quadr. Cent. Querschnitt u. 1 Cent. Länge.	Zuggewicht in Grm. für 1 Quadr. Cent. Querschnitt.	Zuggewicht in Grm. für 1 Grm. Muskel.
0,69 [illegible]	1	2,65	252	0,51	128,5	196,7	1024	365
1,02 [illegible]	8	3,00	1360	0,09	122,4	127,1	4237	1533

[illegible] Anhang Nr. 110 a. [illegible] 9.
[illegible] 110. c, d, f. [illegible] Anhang Nr. 110 a. b. c. g.
[illegible] 110. a. Vers. 1. [illegible] Anhang Nr. 110 e. Vers. 8.

halten wir uns an mäßige Belastungen, so können wir sagen, daß
größte Nutzwirkung des natürlich thätigen Wadenmuskels eines mit-
ren Frosches in der §. 2733. erwähnten Lage, trotz des ungünstigen
festwinkels, zu Stande kam, wenn wenigstens die Last 1024 Grm.
em Quadratcentimeter angenommenen Querschnittes oder das 365fache
uskelgewichtes und die Verkürzung 19,2% der Dehnungslänge betrug.
h aber vorzugsweise die stärkeren Beschwerungen in den zum Grunde
enden Versuchen im Auge hatte, da überdieß die nöthige Vorbereitung
eizbarkeit schwächt und die Achillessehne selbst die Fußplatte unter
wegs günstigen Verhältnissen angriff, so unterliegt es keinem Zwei-
daß noch höhere Werthe im Leben des Thieres zu Stande kommen

s wurde schon oben (§. 2727.) bemerkt, daß sich die Zahlen, welche verschiedene
se ergeben, nicht füglich vergleichen lassen. Betrachten wir aber wenigstens im
einen die in Nro. 107. und 110. verzeichneten Erfahrungen, so scheint sich zu er- Anhang Nr. 107. und 110.
daß die natürlichen Thätigkeiten der Wadenmuskeln nur dann den absoluten ge-
e im Vortheil sind, wenn es sich um große Lasten und sehr kleine Verkürzungs-
handelt. Die nachtheiligen Folgen der Spannung und Dehnung überwiegen erst
lich in diesem Falle die Einflüsse des ungünstigeren Anheftungswinkels, den die
chen Verhältnisse in der §. 2733. erwähnten Stellung herbeiführen.

Wechsel der Reizbarkeit. — Beschwerte ich den Zungenschild- 2741
muskel eines Frosches mit einer sich gleich bleibenden Last von 2 Anhang Nr. 111.
so sank im Anfange die Verkürzungsgröße in ungleichem Maaße.
el z. B. in der Minute zuerst um 1 bis 2%, später um 3 bis 4% und
rauhin auch einmal um weniger, als 1%. Hatte sie sich dagegen nach
rer Zeit auffallend verkleinert, so zeigte sich als beständiges Ergebniß,
sie unverhältnißmäßig weniger in der Folge abnahm. Die letzten
ren der Verkürzung blieben mit weit größerer Zähigkeit zurück, als die
en, noch kräftigen Regungen der Zusammenziehung.

Prüfte ich die Wadenmuskeln an der Fig. 120. abgebildeten Vorrich- 2742
ng, so ergab sich ebenfalls, daß die Maximalkraft, wenn sie im Ver-
fe der Zeit bedeutend gesunken ist, mit bedeutenderer Hartnäckigkeit,
früher, zurückbehalten wurde. Wir können daher im Allgemeinen be-
upten, daß die beiden Seiten der Muskelarbeit, die Verkürzungsgröße
d die Kraft, in den letzten Augenblicken ihres Daseyns verhältnißmäßig
gsamer abnehmen.

Sucht man die Kraftverminderung für alle Zwischenzeiten zu bestim- 2743
n, so gelangt man zu schwankenden Ergebnissen. Manche Wadenmus-
n liefern Reihen, in denen sich die Kraft von Minute zu Minute ziem-
gleichförmig vermindert. Andere dagegen zeigen Sprünge, die wahr-
einlich durch die Anstrengung der vorangegangenen Verkürzungen, die
ittlerer Weile Statt gefundene Erholung und ähnliche Verhältnisse be-
gt werden. Es kommt häufig vor, daß die ersten Zeitabschnitte größere
rlustwerthe für die Minute darbieten und daß später die Abweichungen,
nn man sie auf die ganze Dauer der Versuche vertheilt, nach ein oder
ei Sprüngen gleichartiger ausfallen. Sollte sich aber auch die Reiz-
rkeit in einer bestimmten beständigeren Beziehung zu der nach dem Tode

verfließenden Zeit vermindern, so sinkt sie, wie die Werthe anden
gefähr in einfachem oder wenigstens in einem relativ geringeren,
einem quadratischen Verhältnisse [1].

2744 Die Thatsache, daß sich ein Muskel in der Ruhe erholt,
auf doppeltem Wege beweisen. Reizen wir ihn mehrere Male h
ander, so nimmt seine Verkürzungsgröße immer mehr ab. L
ihn alsdann einige Zeit ruhen, so zieht er sich später stärker,
letzte Mal zusammen [2]. Bestimmen wir die Maximalkräfte in
von Beobachtungen, die unmittelbar auf einander folgen, so bra
oft nur dem Muskel eine kürzere oder längere Pause zu gönn
uns eine neue Kraftbestimmung einen höhern Werth, als der
such der ersten Reihe liefert. Man kann die Sache so weit tr
man endlich gar keine Wirkung mehr in einer Beobachtungsreihe
Wiederholt man aber die Untersuchung nach einer gewissen Ru
erhält man wiederum größere oder kleinere Hubhöhen [3].

2745 Hat ein ausgeschnittener Muskel einen großen Theil seiner
durch starke Verkürzungen, bedeutende Belastungen oder zu lan
seiner Arbeit verloren, so erholt er sich nie vollkommen. Seine
durch Ruhe wiedergewonnenen Leistungen bleiben daher hinter
ren Thätigkeiten merklich zurück. Die fortdauernde Ernährung
nach und nach im Leben Vieles verbessern, was in dem tod
unwiederbringlich verloren geht. Geringere und nur kurz anhal
strengungen liefern aber immer die günstigsten Bedingungen
lungserscheinungen.

2746 Da der ausgeschnittene Muskel seine Kräfte bis zu einen
Grade wieder gewinnen kann, so folgt von selbst, daß die Fort
Kreislaufes für die Wiederherstellung eines Theiles der Wir
unmittelbar nothwendig ist. Man hat angenommen, daß die Er
flüsse hinreichen, den passenderen Zustand von Neuem herbeizufü
innern wir uns aber nur des Einflusses der Voltaischen Alter
2193), so können wir es schon bezweifeln, ob jene selbst noch
ken braucht. Die erschütterten Molecüle der Nerven- und M
sind vielmehr wahrscheinlich im Stande, in der Ruhe zu ihrem
wichte zurückzukehren und eine, den Wirkungen entsprechendere
wieder zu erlangen.

2747 Abhängigkeit der Muskelkräfte von äußeren Ei
Wir haben Bd. I. §. 1753. gesehen, daß die Muskeln eine
gernden Thieres ungefähr um die Hälfte des Gewichtes, das
Körper des Geschöpfes verliert, abnehmen. Da sich aber dabei
in unbedeutendem Grade ändert, so folgt von selbst, daß der
den Querschnitt oder die Zahl der Muskelfasern, mithin die Kraf
trifft. Ein verhungerndes Wesen muß aus diesem Grunde schwäch

[1] Siehe die Zahlenbelege in der ersten Auflage dieses Werkes. Bd. II. S.
[2] Ed. Weber a. a. O. S. 72. 73
[3] Vergl. die erste Auflage. Bd. II. S. 185. 186.

und meiſt ſehr großen Fröſchen, die höchſtens wenige Tage vorher friſch ein- und indeß im Hellen in dem Troge eines laufenden Brunnens aufbewahrt wor- n, angeſtellt. Ich beſaß zu gleicher Zeit andere Fröſche, die ſeit 11 Monaten künſtlichen Teiche im Dunkeln und ohne daß ihnen beſondere Nahrung verab- rde, verweilt hatten. Die Thiere waren im höchſten Grade abgemagert. Ihre tte ſich meiſt entfärbt. Sie erſchien ſchmutzig grün oder ſchwach ziegelroth. izbarkeit hatte auffallend abgenommen. Sie ſchwand kurz nach dem Tode. ich den Zungenſchildknorpelmuskel eines ſolchen ſehr abgemagerten Froſches ſo möglich heraus, ſo zog er ſich im Maximum, wenn er mit 2 Grm. belaſtet 26,8 % zuſammen. Aenderte ich auch nicht das Zuggewicht, ſo reichten doch Anhang Nr. 113. Verkürzungen hin, um alle Reizbarkeit zu vernichten. Es beſtättigte ſich übri- von Neuem, daß die letzten Spuren der Reizbarkeit mit verhältnißmäßig be- er Zähigkeit zurückbehalten werden (§. 2741.).

e Unterbindung der Blutgefäße oder die Durchſchneidung der Ner- 2749
›ert nach und nach die Moleculärbeſchaffenheit der ihnen entſpre- Muskelmaſſen. Es ergiebt ſich hieraus von ſelbſt, daß ſich auch ie Wirkungen derſelben verringern werden. Prüfte ich dagegen in denen ich jene Verletzung einen oder wenige Tage vorher ein- hatte, an der Fig. 120. abgebildeten Vorrichtung, ſo zeigten ſich ›eſentlichen Unterſchiede zwiſchen den geſunden und den kranken n. Wir ſehen bisweilen, daß die Muskeln dieſer Thiere, wenn mehrere Stunden nach der Enthauptung unverſehrt liegen läßt, ßten Theil ihrer Kraft beibehalten. Daſſelbe kehrt, wie es ſcheint, :n mit noch größerer Zähigkeit wieder.

in dem Anhange Nro. 113. verzeichnete Beobachtungsreihe giebt uns 5 Beiſpiele- Anhang Nr. 113 :n wenigſtens, daß ein Wadenmuskel, deſſen Hüftnerve beinahe vier Tage vor- ›ſchnitten worden iſt, faſt eben ſo viel, als der geſunde Muskel bewältigen kann. licheren Veränderungen des Baues der Muskelfaſern treten auch erſt in der h zwei bis drei Wochen hervor. Die Unterbindung der Schenkelſchlagader ſcheint en nachtheiliger, als die der Schenkelblutader zu wirken [1]). Der Wadenmuskel ſtes endlich, der ſchon in Folge des Verſchluſſes der Schenkelblutader in hohem

einen Riemen jener Massen an der Fig. 119. abgebildeten Vorrichtung unmittelbar oder mittelst der in Fig. 120. bei *s* und *t* gezeichneten Pincetten aufgehängt, mit Gewichten beschwert und den Coconfaden, bei Stellung man mit dem Fernrohre ablesen kann, eingeführt, so wird man leicht überzeugen, daß nicht selten die Dehnungslängen um Bruchth eines Millimeters schwanken, je nachdem die gleichen Gewichte auf d oder jene Stelle der Waagschale aufgelegt worden sind. Schneidet obere Haken, wenn auch in noch so unbedeutendem Grade, ein oder schw das Ganze pendelartig, so vergrößern sich die Grenzen der Beobachtu fehler.

Die mathematische Betrachtung der Elasticitätsgesetze nimmt der Einfachheit a an, daß die Dehnung vollkommen elastischer Körper den Größen der Zuggewichte spricht. Es fragt sich noch sehr, ob dieses wahrhaft der Fall ist und ob vorz das Gesetz immer wiederkehrt, die Beschwerung mag längere oder kürzere Zeit einge haben. Behalten wir die oben erwähnten, uns hier beschäftigenden Körper von zu mengesetztem Baue im Auge, so kann der Fall vorkommen, daß ein Stoff, wen auch später nach der Entfernung der Beschwerung zu seiner früheren Länge zurück sich weder den Belastungen proportional streckt, noch auch immer dieselben Dehnu längen, vorzüglich bei schwereren Gewichten darbietet. Die Einflüsse der Richtung der Zeit der Wirkung verschaffen sich hier eine in der Erfahrung nachweis Geltung.

2751 Kann eine Beschwerung einen elastischen Körper ausdehnen, so reicht dieser seine volle Dehnungslänge nicht im ersten Augenblicke. L man das Ganze eine Zeit lang hängen, so kann man sich überzeu daß der Coconfaden immer tiefer sinkt, daß die Verlängerung immer nimmt, bis er endlich zuletzt still zu stehen scheint oder wenigstens nicht s Lage nach verhältnißmäßig längeren Zeitpausen ändert. Wir stoßen h bei auf ein Gesetz, das uns schon bei den Thätigkeiten der leben Muskeln begegnete. Die Masse durchläuft nämlich immer spätere Bah mit einer stets verzögerten Geschwindigkeit. Die Verlängerung nim in der Regel um so mehr ab, es dauert meist um so längere Zeit, sie eine gewisse Raumstrecke durchlaufen hat, je anhaltender die Belast selbst einzuwirken im Stande war.

Anhang Nr. 114. Nro. 114. des Anhanges belegt uns dieses mit einigen Beispielen, die dem frü Zungenschildknorpelmuskel und dem Schneidermuskel von Fröschen entnommen sind. erstere verlängerte sich z. B. im Anfange um 0,23 % und zuletzt nur um 0,01 % der Minute.

2752 Entfernt man das Zuggewicht, so daß der elastische Körper zu sei früheren Länge zurückzukehren sucht, so wiederholt sich das gleiche Ge Er verkürzt sich im Anfange am Schnellsten. Es dauert aber immer e geraume Zeit, ehe er das Minimum der dann möglichen Länge erreicht h

2753 Der Grund dieser Erscheinungen liegt offenbar darin, daß das Sp nungsgewicht nicht auf einen gleichartigen, unendlich dünnen Faden, dern auf ungleichartige Theile wirkt, und daß die in ihrem Gleichgew gestörten Molecüle eine Reihe von Schwingungen machen, ehe sie Ruhe kommen. Der Erfolg hängt daher davon ab, welche Gebilde ker oder schwächer angegriffen werden und wie sich Zug und Wide vertheilen und mit der Zeit gegenseitig auszugleichen suchen. Es e

hieraus von selbst, daß wir nur stärkere Abweichungen, die jene
enzen überschreiten, zu sicheren Schlüssen benutzen können.
llen wir die uns hier beschäftigenden Verhältnisse vollkommen 2754
nen, so müssen wir mehrere verschiedene Eigenschaften unterscheiden:
Setzt ein Körper einen bedeutenden Widerstand seiner Dehnung
, so sagen wir, daß er eine bedeutende Elasticitätsgröße besitzt.
utschuckriemen dehnte sich z. B. um 1,05 % seiner Länge, wenn Anhang Nr. 115.
nge ein Quadratcentimeter seines Querschnittes mit 28,6 und
it 169 Grm. beschwert war. Der Zungenschildknorpelmuskel ei-
ligen Frosches dagegen nahm um 13,2 % an Länge zu, so wie
astung eines Quadratcentimeters seines Querschnittes von 31,9
Grm. stieg. Wir werden hieraus schließen, daß die Elasticitäts-
nes Kautschuckstückes bedeutender, als die der Muskelmasse ausfiel.
n sieht leicht, daß hier die Mechanik dem gewöhnlichen Sprach-
e scheinbar widerspricht. Man pflegt einen Körper elastischer zu
wenn er sich für dieselbe Kraft oder das gleiche Zuggewicht be-
er ausdehnt. Eine solche Masse hat aber gerade eine geringere
itsgröße. Die Betrachtung des Elasticitätsmodulus wird uns
chen, weshalb die wissenschaftliche Ausdrucksweise jene Bezeich-
t vorzieht.
Kann dieselbe Beschwerung den einen Körper in der gleichen Zeit
ls einen zweiten, ohne daß er reißt, ausdehnen, so schreibt man
ne bedeutendere Nachgiebigkeit oder eine höhere Elasticitätsweite
n sieht leicht, daß diese Eigenschaft in einem gewissen Grade der
itsgröße entsprechen wird. Sie berücksichtigt aber zugleich das
iß von dieser zu den Festigkeitszuständen.
Wird das Zuggewicht hinweggenommen, so sucht der elastische
u seiner früheren Länge zurückzukehren. Es gelingt ihm dieses
ichter, je geringer die Belastung und die Dehnung war und je
Zeit die Beschwerung eingewirkt hat. Wuchsen aber diese Bedin-
eder in bedeutendem Maaße, so bleibt die Masse selbst nach der
ng des Zuggewichtes länger, als sie früher war. Die Vollkom-
der Elasticität ist aber um so größer, je später die Grenze der
n Verlängerung eintritt oder je kleiner diese im Verhältniß zur
keit, dem Zuggewichte und der Dauer der Spannung ausfällt.
utschuckriemen kehrte noch genau zu seiner früheren Länge zurück,
die einem Quadratcentimeter entsprechende Belastung von 28,6
af 1594 Grm. gesteigert und wieder auf 28,6 zurückgeführt wor-
r. Wechselte dagegen nur die Beschwerung der gleichen Quer-
inheit des Zungenschildknorpelmuskels von 31,9 auf 433 Grm., Anhang Nr. 115.
z der bleibende Verlängerungswerth 12,3 %. Die geprüfte Mus-
war daher unvollkommener elastisch, als die Kautschucktafel.
Beschweren wir einen elastischen Riemen mit einer Reihe immer
werdender Gewichte, und wiederholen wir hierauf dieselbe sich
igernde Folge von Belastungen, so erhalten wir nicht immer die
Dehnungswerthe wieder. Kehrt selbst der Körper im Anfange zu

der ursprünglichen Länge zurück, so kann er sich doch noch anders, als
ber, unter starken Beschwerungen ausdehnen, wenn die Ungleichheit
Wirkungszeiten oder andere Nebenbedingungen die Stellung seiner M
cüle wechseln lassen. Hat er eine gewisse bleibende Verlängerung s
unvollkommenen Elasticität wegen gewonnen, so dehnt er sich häufig
ter verhältnißmäßig weniger, sobald die Zuggewichte eine gewisse G
nicht überschreiten. Diese Schwankungen bestimmen den Wechsel der
sticität, den eine Masse darzubieten vermag.

2755 Kehrt ein Körper, der durch ein bestimmtes Gewicht gedehnt wor
zu seiner früheren Länge nach dem Aufhören des Zuges zurück, so sa
ret er innerhalb seiner Elasticitätsgrenze. Er überschreitet diese, so
ihn eine Belastung anhaltend verlängert. Die Grenze der Elasti
wird daher immer weiter mit der Vollkommenheit derselben hinausr

2756 Der Elasticitätsmodulus ist dasjenige einem bestimmten Quersch
entsprechende Beschwerungsgewicht, das den Körper bis zu seiner do
ten Länge ausdehnt oder bis zur Hälfte desselben zusammendrückt.
wenigsten Substanzen ertragen jenen hohen Grad von Dehnung.
zerreißen früher, weil ihr Festigkeitsmodul kleiner, als ihr Elastici
modul ist. Die Mechaniker helfen sich dadurch, daß sie den Werth
Elasticitätsmodul aus einem geringeren Gewichte und der ihm ent
chenden Verlängerung zu berechnen suchen. Nehmen wir an, ein Kö
dessen Länge ursprünglich 20 Mm. glich, dehnte sich unter 500 Grm.
lastung um 10 Mm., so wird angenommen, daß er sich unter 1000
20 Mm. verlängern würde. Sein Elasticitätsmodul müßte hiernach
nem Kilogramme gleichen.

Prüft man die Verfahrungsarten, mittelst deren die Elasticitätsmoduli bes
werden, genauer, so findet man, daß sich in jeder Beziehung unüberwindliche Schwi
keiten entgegenstellen. Denken wir uns den günstigsten Fall, daß sich ein Körper
das Doppelte seiner Länge ausdehnen läßt, so wird man vielleicht nie einen Stoff fi
der nach einer solchen Anstrengung zu seiner früheren Länge zurückkehrt oder vollko
elastisch bleibt. Der Begriff des Elasticitätsmodulus fodert aber, daß die Veränder
die Elasticitätsgrenze nicht überschreitet. Da die meisten Körper geringere Festigkeits
Elasticitätsmodul besitzen, so berechnet man diese, wie eben erwähnt wurde, aus
kürzeren Dehnungslängen, die kleineren Beschwerungen entsprechen. Wir haben
§. 2750. gesehen, daß nicht immer die Verlängerung und die Beschwerung selbst in
halb der Elasticitätsgrenze in gleichem Verhältnisse wachsen. Ein Hauptgrund dieser Ab
schiedenheit liegt in der Dauer der Einwirkung. Nur wenige Physiker haben diesen
stand gehörig gewürdigt [1]. Kehrt ein Körper, den wir mit einem Kilogramm eine
nute lang beschwert haben, zu seiner früheren Länge nach Entfernung der Last zur
so wird er häufig die Vollkommenheit seiner Elasticität verlieren, wenn dasselbe Gew
eine Stunde thätig ist. Das Gesetz, nach dem dieser Einfluß der Zeit wirkt, ist
jetzt noch nicht entdeckt worden.

Wir haben §. 2754. bemerkt, daß ein Stoff, der die Vollkommenheit seiner El
cität aufgegeben, an Elasticitätsgröße gewonnen zu haben pflegt. Da nun die m
Stoffe, die sich um das Doppelte dehnen können, ihre Elasticitätsgrenze überschre
so erhellt von selbst, daß eine zweite Bestimmung dieses Werthes bedeutend höher
die erste ausfallen muß. Die Erfahrungen, die wir §. 2758. für die Arterienhäut
führen werden, können uns dieses in anschaulicher Weise versinnlichen.

[1] Siehe z. B. G. Lamé. Cours de Physique de l'école polytechnique. D
Edition. Paris, 1840. 8. Tome I. p. 156. 157.

eht hieraus, daß der Elasticitätsmodulus zu denjenigen Begriffen gehört, athematische Physik der Bequemlichkeit wegen erfindet, deren erfahrungs- ere Ermittelung aber zu den Unmöglichkeiten zu gehören pflegt (Bd. I.

werden uns etwas genauere Begriffe über die Elasticitätsver- 2757
er Muskelmassen verschaffen, wenn wir sie mit denen anderer
vergleichen. Wir wollen hierzu das Kautschuck und die Schlag-
deren Spannkräfte eine so große Rolle in der Technik und in
en Körper übernehmen, auswählen.

uchte ich Querriemen des Aortenbogens des Rindes, so zeigte 2758
t, daß sie zu den Stoffen, die sich auf das Doppelte ausdeh-
, hierbei aber ihre Elasticitätsgrenze überschreiten, gehörten.
, das 1,75 Grm. wog und dessen anfängliche Länge 3,11 Cen-
rug, dehnte sich um noch ein Mal so viel unter 689 Grm.
. Nehmen wir die Eigenschwere zu 1,06 an und gehen wir
Quadratcentimeter des ursprünglichen Querschnittes aus, so
ir 1,298 Kilogramm für den unter der eben erwähnten Ein-
erhaltenen Elasticitätsmodul. Diese Beobachtung wurde 2 bis
nach dem Tode des Thieres angestellt. Ich bewahrte dann
rest des Arterienstückes in einem mit Wasserdunst gesättigten
d. I. §. 117.) auf und wiederholte die Untersuchung 24 Stun-

Ein 0,90 Grm. schwerer und 2,25 Cent. langer Querriemen,
elbar aus der Nachbarschaft des früheren stammte, dehnte sich
oppelte unter 462 Grm. Der auf das frühere Maaß zurück-
Elasticitätsmodul glich daher 1,225 Kgrm. Wir können nicht
mtheit sagen, daß diese verhältnißmäßig kleine Verringerung
itätsmodulus von der wahrscheinlich eingetretenen Selbstzer-
rührte. Denn verschiedene frische Stücke können selbst noch
terschiede, je nachdem sie dicker oder dünner sind oder in ihren
len abweichen, liefern.

ich auf diese Weise die Schlagaderhaut, sich der Quere nach auf das Dop-
ehnen, so überschritt sie zugleich ihre Elasticitätsgrenze. Wurden die 462
n zweiten Versuche hinweggenommen, so betrug ihre Länge 3,15 Cent. Sie
nithin um 0,9 Cent. oder um 40% bleibend gedehnt. Beschwerte ich sie
16 Grm., so glich ihre Länge 4,71 Cent. Wollte man hiernach den Elasti-
berechnen, so erhielte man 3,111 Kilogr. oder mehr wie das Doppelte der
erthe (§. 2756.). Die vorangegangene bleibende Verlängerung erhöhte den
zweifachem Grunde. Die Verlängerung verkleinert natürlich den Querschnitt.
diesen auf einen Quadratcentimeter zurückführen, so müssen wir die gefun-
ichtsgrößen mit einer höheren Zahl vervielfältigen. Ein Körper, der schon
einem starken Gewichte bleibend gedehnt wurde, pflegt sich aber auch später
äßig weniger zu verlängern oder an Elasticitätsgröße zu gewinnen. Die
nge fodert daher eine stärkere Belastung.

Umstand kann uns deutlich erhärten, wie sehr wir uns bei der Vorbereitung
Theile, deren Dehnungsverhältnisse wir bestimmen wollen, vor jeder Zerrung
üten müssen. Ein großer Theil der Schwankungen, welche die Prüfungen
Gewebe begleiten, kann aus der Vernachlässigung dieses Nebenpunktes her-

2759 Das Kautschuck läßt sich in glücklichen Fällen so weit deh
es das Doppelte seiner ursprünglichen Länge erreicht. Es ist
an den Froschmuskeln nie gelungen. Sie rissen sogar schon in
gel bei verhältnißmäßig kleinen Belastungen der Quere nach du
müssen hieraus schließen, daß der Festigkeitsmodulus der Muske
der des Kautschucks dagegen und vorzüglich der der Schlagade
Rindsaorte größer, als der Elasticitätsmodul ausfällt.

2760 Betrachten wir die Nr. 115. des Anhanges verzeichneten
Anhang Nr. 115. finden wir, daß die Elasticitätsgröße der Muskeln geringer, a
Kautschucks ist. Legt man überall den Querschnitt eines Quadr
ters zum Grunde, so ergiebt sich, daß sich der Zungenschildkno
oder der Schneidermuskel des Frosches unter derselben Bela
bei ungefähr der gleichen verhältnißmäßigen Lastzunahme stärker g

2761 Betrug das Zuggewicht, das einem Quadratcentimeter
entsprach, 433 Grm., so blieb doch schon der Zungenschildkno
eines kräftigen Frosches um 12,3 % verlängert. Der eine Schn
kel, der den günstigsten Fall in dieser Hinsicht darbot, nahm
seiner Länge, nachdem er mit 694 Grm. für einen Quadrat
Querschnitt beschwert worden war, für immer zu. Hatte da
eine Kautschuckriemen 1594 Grm. für einen Quadratcentimeter
so war noch nicht die Elasticitätsgrenze überschritten worden.
blieb nach 2040 Grm. um ungefähr 3 % verlängert. Die Mu
ren daher in jedem Falle unvollkommener elastisch, als das
Die Nr. 115. des Anhanges mitgetheilten Zahlen lehren auch
einem verhältnißmäßig größeren Wechsel der Spannkraft unterwor

2762 Es ergiebt sich von selbst, daß die Muskeln keine so ausg
elastischen Eigenschaften nöthig hatten, weil sie sich nur wenig
natürlichen Anheftungen verlängern können, hierbei wahrsch
ihre Elasticitätsgrenze überschreiten und sich mittelst ihrer leben
sammenziehung, nicht aber vermöge ihrer Spannkraft verkür
Ein großer Theil des Nutzens der Schlagaderwände dagegen
ihren elastischen Wirkungen. Die Natur mußte hier einen h
von Vollendung zu erreichen suchen. Die Betrachtung der
des Aortenriemens kann uns lehren, wie vortreffliche Stoffe
rem Körper, wenn es nöthig ist, hergestellt werden.

2763 Soll die Spannkraft einer Masse selbst bei schwächeren
graden von Nutzen sein, so wird sie um so vorzüglicher arbeite
ner die Größe und der Wechsel und je größer die Weite und
kommenheit der Elasticität gleichzeitig ausfallen. Die Nr. 115
hanges dargestellten Werthe können uns versinnlichen, wie seh
Hinsicht die Aorte des Rindes den Kautschuck und noch viel
Muskelmasse übertroffen hat. Man wird wahrscheinlich in d
keinen Stoff, der sich in dieser vielfachen Beziehung mit den
wänden zu messen im Stande wäre, bereiten können.

2764 Die Dehnbarkeit und die Elasticität wechselt von Muskel
kel (§. 2710.). Eine und dieselbe Muskelmasse kann aber auch

...cht beträchtliche Abweichungen zu verschiedenen Zeiten darbieten. ...en wir die Verhältnisse nach dem Tode, so stoßen wir vorzüglich ... einen Hauptunterschied, der für die Erscheinungen der Leichenstarre ...tig ist.

War ursprünglich der rechte Schneidermuskel eines kurz vorher ge- Anhang Nr. 105. ...teten Frosches mit 2 Grm. ausgespannt, so dehnte er sich unter 8 b. c. ... um 7,5 %, unter 10 Grm. um 9,7 und unter 15 Grm. um 14 % ...r Länge. Prüfte ich dagegen den linken Schneidermuskel desselben ...res, als sich das Hüftgelenk schwieriger strecken ließ, nämlich 43 Stun- ... nach dem Tode, so gab derselbe Belastungswechsel nur 2 bis 4,6 % ...Längenzunahme. Es hatte mithin der Zustand der Todtenstarre die ...icitätsgröße sichtlich erhöht.

...Da viele Frösche fast gar keine oder eine nur schwache und kurze Todtenstarre dar- ..., so kann es sich auch ereignen, daß man dem schwankendsten Elasticitätsverhält- ...begegnet. Es ist mir mehrere Male so ergangen, als ich die Verhältnisse der einen ...kurz nach dem Tode und die der anderen 24 Stunden später prüfte. Die Leichen ...Frösche waren immer in einem mit Wasserdunst gesättigten Raume aufbewahrt wor- ...(Bd. I. §. 117.).

Vergleicht man die Muskeln des Frosches im Leben und 24 Stun- 2765 ... nach dem Tode, so findet man, daß sie später unter weit kleineren ...n, als sie während ihrer Marimalthätigkeit heben konnten, durchrei- ... Drei vergleichende Versuche, die ich in dieser Hinsicht an den Wa- ...uskeln anstellte, ergaben mir, daß das Rißgewicht ⅓ bis etwas ...½ der größten Zuglast ausmachte. Die frischen lebenden Muskeln ...n auch in der Regel höhere Festigkeitsmoduli, als die todten, welche ...Fäulniß zu erweichen pflegt.

Ed. Weber hat schon aus seinen Untersuchungen gefolgert, daß 2766 ...Allgemeinen ein Muskel, der einer größeren Reihe von galvanischen ...lägen unterworfen wird, an Elasticitätsgröße verliert und dehnbarer ...r weicher wird. Die Wahrheit dieser wichtigen Entdeckung läßt sich ...f mehrfache Weise unmittelbar erhärten.

Beschwert man einen Muskel mit einem verhältnißmäßig bedeuten- 2767 ...n Zuggewichte und wartet bis der Coconfaden, der als Zeiger dient, Anhang Nr. 106. ...nerhalb 30 Secunden still steht oder nur unmerklich hinabgeht, so braucht c. 6. u. Nr. 108. ...man nur in glücklichen Fällen den Magnetelektromotor 20 bis 30 Secun- a. 7. d. 5 ...den wirken zu lassen, um eine sichtliche Verlängerung des Muskels zu er- ...halten. Er kann sich hierbei vorher in geringem Grade verkürzen oder ...auch stetig ausdehnen.

Wird die gleiche und zwar verhältnißmäßig nicht unbedeutende Be- 2768 ...schwerung beibehalten, so vergrößert sich meist die Länge, zu welcher der ...Muskel nach seiner Zusammenziehung zurückkehrt, um so bedeutender, je ...öfter er galvanisirt worden. Arbeitet man mit kräftigen Elektricitäts- Anhang Nr. 108. ...strömen und läßt man sie verhältnißmäßig lange einwirken, so kann man ...sich überzeugen, daß die Verlängerung schneller einzutreten und bedeuten- ...der auszufallen pflegt, als wenn man den frischen Muskel sich selbst über- ...lassen hat.

2769 Ein einfacher Versuch kann uns endlich die Sache mit den A
men, die sich unter gewissen Verhältnissen ergeben, deutlich versi
Anhang Nr. 116. Galvanisiren wir einen mit einer bedeutenden Last beschwerten
so lange, daß er nach und nach den größten Theil seiner Zusam
hung verliert (§. 2706.), so finden wir, daß er in der Regel für
Zuggewicht länger geworden ist. Setzen wir ihn aber kürzere
Wirkung des Magnetelektromotors aus, so kehrt er entweder g
seiner früheren Ausdehnung, wenn er erschlafft, zurück, oder er v
sich wenigstens in geringerem Grade, als im vorigen Falle. Die
nung eines und desselben Stückes des Zungenschildknorpelmuskels wu
um 1,12 % nach möglichst langer und um 0,32 % nach kurzer
sation. Ein Quadratcentimeter Querschnitt trug aber in dem
Falle 266 und in dem letzteren 269 Grm.

2770 Verfolgt man diese Beobachtungen genauer, so stößt man au
lei Abweichungen. Besitzt der Muskel einen hohen Grad von
keit und ist er mit einer verhältnißmäßig geringen Last beschwert,
es vorkommen, daß er in dem abermals erschlafften Zustande kü
im Anfange erscheint. Wurde der oben erwähnte Zungenschil
muskel mit 40 Grm. für einen Quadratcent. Querschnitt gesp
ziemlich lange [1]) galvanisirt, so verlor er hierdurch 0,7 % seiner
Ausdehnung.

Da die Zusammenziehung, die der Magnetelektromotor einlei
der Beseitigung des elektrischen Stromes um so länger fortdauert
barer und je weniger gespannt der Muskel ist (§. 2703.), so kö
annehmen, daß jene Längenabnahme auf der zurückbleibenden B
der Fasern beruhe, daß sie mithin von einem Nachschwingen d
digen Wirkung ausgehe. Ich glaube jedoch nicht, daß dieses der
weil die geringere Ausdehnung des Muskels zu lange verharrt
mir vielmehr wahrscheinlicher, daß sie von den Elasticitätsver
bedingt werde. Es kann schon an einem Gummiriemen vorkom
er sich um einen sehr kleinen Werth verkürzt, wenn er vorher
gem Maaße gedehnt worden.

2771 Trägt der Muskel eine verhältnißmäßig bedeutende Last und ist
frühere Zusammenziehungen oder aus anderen Gründen in hohe
erschöpft worden, so kommt es vor, daß er sich trotz der anhalten
vanisation, die ihn nur schwach verkürzt, gar nicht oder unverhält
wenig für die Dauer verlängert. Die Elasticitätsgröße ändert
in sehr untergeordnetem Grade. Der Schneidermuskel eines Frosch
Anhang Nr. 116. der 70 Grm. Belastung für einen Quadrat-Centimeter Querschn
verlängerte sich noch um 1,26%, wenn ihn die anhaltende Galv
um 33,3% im Maximum zusammenzog. Sank dagegen seine R
so daß seine Längenabnahme 24,2 und 10,7% betrug, so dehnte er
mehr bleibend aus, man mochte ihn kürzere oder längere Zeit g

---

[1]) Siehe die Erläuterung in Nr. 116. des Anhanges.

t. Wir werden auf die Bedeutung dieſer Thatſache ſogleich zurück-
nen.

Gehört es zur Regel, daß der Einfluß der wiederholten elektriſchen 2772
lge und die hierdurch erzeugten Verkürzungen die Muskelmaſſe weicher
n, ſo könnte dieſes möglicher Weiſe von zweierlei Urſachen herrühren.
galvaniſche Strom wäre im Stande, den Stoff der Muskelfaſern auf
chemiſchem Wege dergeſtalt zu verändern, daß er einen geringeren
ſionsgrad erlangte. Die zweite Annahme würde dieſe Veränderung
ne Folge der lebendigen Zuſammenziehung betrachten.

Ginge die bedeutendere Dehnbarkeit aus dem elektriſchen Einfluſſe her- 2773
ſo müßten Muskeln, die ſich nicht gleichzeitig verkürzen, daſſelbe dar-
t. Wir haben früher (§. 2751.) geſehen, daß eine Muskelmaſſe, die
verhältnißmäßig große Beſchwerung trägt, nicht auf einmal, ſondern
hlig das Maximum ihrer Dehnung erreicht. Die Verlängerung nimmt
mit der Wirkungsdauer des Zuggewichtes ab. Beobachten wir nun,
iel ſich ein Muskel, der ſich nicht mehr zuſammenziehen kann, in 5 Mi-
bei einer ſich gleich bleibenden Beſchwerung verlängert hat, und ſetzen
hn dann neue 5 Minuten der Wirkung des elektriſchen Stromes aus,
hte er ſich mehr verlängern, wenn ihn die elektriſchen Schläge wei-
machten. Geſchieht dieſes nicht, ſo iſt auch jene elektrolytiſche Ein-
ng nicht vorhanden.

ch ſtellte dieſen Verſuch zuerſt an dem Schneidermuskel eines 24 Stunden vorher
ten Froſches an. Da ſich aber möglicher Weiſe die Molecularbeſchaffenheit der
maſſe geändert haben konnte, ſo wiederholte ich die Beobachtung an dem eines
etödteten Froſches. Die Hauptbedingung iſt, daß ſich der Muskel nicht mehr
dem Einfluſſe des Galvanismus verkürzt. Ich wählte daher ein Thier, das 11
te lang ohne weitere Nahrung im Dunkeln aufbewahrt worden war, deſſen Mus-
n ſchwächer wirkten und ihre Kräfte früher verloren. Wir haben auch §. 2142.
, daß eine ſtarke Spannung, mithin ein bedeutendes Zuggewicht die Lebenskräfte
uskeln raſch vernichtet. Ich beſchwerte deßhalb meinen Muskelſtreifen mit übermäßi-
ſten und erreichte es auf dieſem Wege in der That, daß das unterſuchte friſche
lſtück trotz vieler Hunderte von galvaniſchen Schlägen, die während der zweiten
erten fünf Minuten durchgingen, keine Spur von Zuſammenziehung darbot.

Die Nr. 117. des Anhanges verzeichneten Werthe lehren deutlich, daß 2774
ohäſionsveränderung der Muskelmaſſe nicht von den elektrolytiſchen
n des Magnetelektromotors herrührt. Alle Erfahrungen, die an dem
n oder dem friſchen Schneidermuskel gewonnen wurden, ſtimmen in
Hinſicht vollkommen überein. Der Muskel wird alſo nur deshalb
r, weil er ſich häufiger unter dem Einfluſſe der elektriſchen Schläge
mengezogen hat. Der Wechſel der Cohäſion ſelbſt ſetzt voraus, daß
ch als lebendige Maſſe thätig geweſen iſt. Sie geht aus keiner bloß
aliſchen Wirkung, ſondern aus der dem Leben eigenen Verkür-
hervor.

Die §. 2771. erwähnte Thatſache kann uns noch einen Schritt weiter 2775
t. Tragen die Muskelfaſern bedeutendere Laſten, ſo pflegen ſie, wenn
ch ſtärker verkürzt haben oder länger dem galvaniſchen Strome aus-
t waren, verhältnißmäßig mehr zu erweichen. Hat aber ihre Reiz-
it abgenommen, ſo vermindert ſich auch ihre Fähigkeit, an Dehnbarkeit

zu gewinnen. Die lebendige Verkürzung bestimmt daher im Allgem den Grad des Wechsels der Elasticitätsgröße.

2776 Wir sind so zu einer Grunderscheinung gelangt, durch deren deckung sich Weber ein wesentliches Verdienst um die Bewegung erworben hat. Die früher dargestellten Erfahrungen von mir bestä und erweitern die von jenem Forscher aufgefundene Thatsache und ten zugleich, daß der Grund derselben von den Lebenserscheinunger ausgeht. Drücken wir es kurz aus, so ändert die lebendige Zusa ziehung nicht bloß die Länge und die Breite, sondern auch die ge tige Verbindung der Atome des Muskels. Seine Molecüle haften lockerer an einander und geben daher äußeren Einwirkungen leichte Der ausgeruhte Muskel besteht mit einem Worte aus einer anderen als der ermüdete. Der Grad der Erweichung hängt nicht von der oder Dauer des galvanischen Stromes, sondern von der der Verkürzu Ein Muskel, der sich nicht mehr zusammenziehen kann, unterlieg nicht mehr der Art von Erweichung, die uns hier beschäftigt.

2777 Wir können schon aus den bisher erwähnten Untersuchungen ßen, daß die Elasticitätsabnahme nicht nach der Verkürzung, sonder rend derselben zu Stande kommt. Weber[1]) suchte dieses noch u bar auf doppeltem Wege zu beweisen.

2778 Ist der Muskel mit einer verhältnißmäßig zu starken Last be so verlängert er sich unter dem Einflusse des elektrischen Strom verkürzt sich, so wie dieser aufhört. Dieses kann nur davon her daß die Erweichung mehr Dehnung gestattet, als die Zusammen Verkürzung herbeiführt. Die geringere Elasticitätsgröße schwind nach Weber's Angabe mit der Entfernung des anregenden galv Stromes in dem Grade, daß sich dann die Länge des Muskels Stelle sichtlich verkleinert.

Obgleich ich eine nicht unbedeutende Zahl von Versuchen in dieser Hinsicht habe, so ist es mir doch nie gelungen, eine Beobachtung zu erhalten, welche mittelbare Rückkehr zu der früheren Länge sicher nachgewiesen hätte. Ich arbei mit reizbaren Muskeln und übermäßigen Lasten, bald umgekehrt mit sehr gesc Fasermassen und kleinen Gewichten. Glaubte ich mich der Grenze der möglich kraft genähert zu haben, so steigerte ich die Beschwerungen von Gramm zu und änderte die Thätigkeitsdauer des Magnetelektromotors in der mannigfachste um endlich jene Rückkehr wahrnehmen zu können. Allein Alles blieb vergebl habe oft gesehen, daß sich die Muskelmasse während der Wirkung des galvanisch mes aus rein physikalischen Gründen verlängerte, weil der Versuch schon zu wo die Belastungen den Muskel noch nicht bis zu dem Maximum der entsp Länge gedehnt hatten (§. 2751.), vorgenommen wurde. Ich bemerkte häufig ge der Cocon-faden, wenn er schon früher still gestanden, während und nach der e den Galvanisation tiefer und tiefer hinabging, weil die Verkürzung die Del dauernd vergrößerte. Ich konnte aber keinen Fall finden, in dem sie die Ela größe vorübergehend, wie Weber annimmt, herabgesetzt hätte.

2779 Der zweite Beweis beruht auf den Verhältnissen der Drehu sticität. Haben wir einen Metalldrath an seinem oberen Ende aufg und unten mit einem Beschwerungsgewichte innerhalb seiner Elast

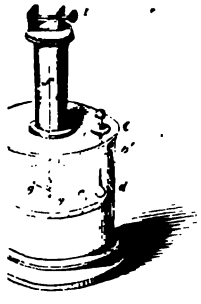
[1]) Ed. Weber a. a. O. S. 115. 116

: gespannt, so können wir die Verhältnisse seiner Drehungselasticität
men, wenn wir die Belastung um eine gewisse Zahl von Graden in
rechter Bahn herumbewegen, hierauf das Ganze sich selbst überlassen
e Zeit, die eine Schwingung fodert, mit der Secundenuhr bestim-
Die Achse der Wendung muß mit der des Drathes zusammenfallen.
Man kann auf diese Weise den Elasticitätsmodul des Drathes fin-
Die höhere mathematische Analyse lehrt, daß er von dem doppelten
te der Drehungskraft und der Länge getheilt durch das Product
des Werthes des Drehungswinkels und der vierten Potenz des
nesſers abhängt [1]). Da sich nun die Elasticitätsmoduli zweier Kör-
ter sonst gleichen Bedingungen, wie die Quadrate der Schwin-
eiten verhalten, so ergiebt sich, daß die Schwingungsdauer mit dem
hume des Elasticitätsmodul oder der Elasticitätsgröße kleiner wird,
: mit der Quadratwurzel der drehenden Kraft, der Schwere der
ungsgewichte und der Länge des Drathes in geradem, mit dem
nitte dagegen in umgekehrtem Verhältnisse steht. Ein kürzerer
breiterer Faden wird daher auch kleinere Schwingungszeiten in
ch nehmen.

ehen sich die Muskelfasern zusammen, so nimmt ihre Länge ab und
nerschnitt zu. Es müßten daher die Schwingungszeiten für die
Elasticitätsgröße sinken. Sie vergrößern sich aber nach Weber.
giebt sich hieraus von selbst, daß die Elasticitätsgröße im Augen-
er Verkürzung vermindert wird.

m stellte diese Beobachtungen mit einer Vorrichtung an, die in vieler Beziehung
Fig. 128. abgebildeten Drehwaage von Coulomb übereinstimmt. Denken wir

Fig. 128.



uns, der Muskel sei, wie der Faden *f* aufgehängt und un-
ten mit einem Spannungsgewichte beschwert, so führt man
eine Zeigernadel, wie *gg* in seinen unteren Theil ein. Sie
spielt über einem Kreisbogen *d d*, der in seiner Mitte durch-
bohrt ist, damit das Spannungsgewicht hindurchgehen kann.
Da nur die Drehungskraft unter sonst gleichen Verhältnissen
dem Drehungswinkel proportional ist, so kann man ihre
Verhältnißwerthe an dem oben erwähnten Gradbogen be-
stimmen. Man versetzt die Muskelmasse in drehende Schwin-
gungen und elektrisirt sie plötzlich oder prüft diese beiden
Zustände in zwei gesonderten Versuchen. Es versteht sich
von selbst, daß sich die Torsionswinkel in dem letzteren Falle
gleich bleiben müssen. Die Froschmuskeln bieten aber hier
zweierlei Schwierigkeiten dar. Ihre geringe Länge bereitet
mancherlei Störungen. Waren sie gedreht, so rollen sie
icht gleichförmig auf. Da nun die Länge und die Breite der Faser während der
ung des galvanischen Stromes von Secunde zu Secunde wechselt, so kann man
instigsten Falle die allgemeine Thatsache der Erweichung nachweisen. Es ist aber
möglich, Zahlen, aus denen man einen Elasticitätsmodulus herzuleiten im Stande
aufzufinden.

Ein einfacher Versuch, den ich häufig gemacht habe, lehrt deutlich, 2780
die Erweichung mit der Verkürzung zusammenfällt. Man belastet
Zungenschildknorpelmuskel oder den Schneidermuskel mit mäßigen Ge-

[1]) Amé, a. a. O. S. 151.

wichten und galvanisirt ihn so lange, bis er endlich mittelst seiner Ei
dung zu seiner früheren Länge zurückgekehrt ist. Entfernt man jetzt
Elektroden, so sinkt der Coconfaden um eine nicht unbedeutende Gr
tiefer hinab. Es ist mir hierbei vorgekommen, daß er geschwind he
terging. Er fällt jedoch in der Regel so langsam, daß er erst nach ei
ger Zeit seinen niedrigsten Stand erreicht hat.

Anhang Nr. 118. b. Ein Zungenschildknorpelmuskel zog sich z. B. um 42,4 % zusam
und kehrte dann erst, nachdem er 231 Secunden galvanisirt worden,
seiner ursprünglichen Länge zurück. Wurde nun die Verbindung mit d
Elektromotor unterbrochen, so verlängerte er sich noch nachträglich um 2
Es ergiebt sich hieraus, daß der Muskel, wenn er auch seine ursprü
liche Länge wiedererhalten hat, nichts desto weniger noch verkürzt
weil ihn indeß die lebendige Zusammenziehung weicher, dehnbarer ge
und an und für sich unter irgend größeren Belastungen verlängert hat.

2781 Die anhaltende Wirkung des Galvanismus erschöpft den Muskel
hohem Grade. Wiederholt man dieselbe Beobachtung zum zweiten Ma
so ziehen sich die Fasern weniger zusammen. Es dauert kürzere Zeit,
sie wieder ihre frühere Länge unter den Schlägen des Magnetelektro
tors erreicht haben. Sie dehnen sich dafür auch in der Folge in ge
gerem Maaße. Dieses Gesetz greift immer mehr durch, je öfter wir
Beobachtung an einer und derselben Muskelmasse zu wiederholen such

Anhang Nr. 118. b. Der Zungenschildknorpelmuskel, den wir §. 2780. erwähnt habe
verkürzte sich in dem zweiten Versuche um 28,6 %. Er brauchte
105 Secunden Galvanisation, um seine Länge wieder zu erreichen u
dehnte sich später bloß um 1 %. Diese Werthe sanken immer mehr
den nachfolgenden Beobachtungen, bis endlich der siebente Versuch 0,2
Verkürzung, 10 Secunden galvanischer Einwirkung und kaum 0,15
Verlängerung darbot.

2782 Diese Thatsachen beweisen von Neuem, daß die Erweichung d
Muskels nur nach Maaßgabe der lebendigen Zusammenziehung zu Stan
kommt. Die Elasticitätsgröße ändert sich um so weniger, je weniger f
der Muskel innerhalb einer bestimmten Zeit verkürzt, je weniger lan
seine lebendigen Thätigkeiten wirken können.

2783 Wir haben §. 2741. gesehen, daß die letzten Spuren der Reizbark
mit größerer Zähigkeit zurückbehalten werden. Vergleicht man die Zeit
die ein Muskel nöthig hat, um unter dem fortdauernden Einflusse d
Magnetelektromotors zu seiner ursprünglichen Länge zurückzukehren, so
stättigt sich das Gleiche. Die letzten Grade werden oft so langsam dur
schritten, daß das Auge, obgleich es durch ein Fernrohr sieht, das Sink
des Coconfadens nicht unmittelbar verfolgen kann.

2784 Dieser Umstand erschwert die Zeitbestimmungen, die man sonst in so
chen Versuchen mit Leichtigkeit zu Hilfe ziehen könnte. Man läßt leic
einige Secunden länger, als man sollte, galvanisiren, weil man indeß d
Stand des Coconfadens genau visiren will. Eine andere Thatsac
greift in dieser Hinsicht tiefer durch. Hat sich der Muskel auf sein Ma
mum verkürzt, so verlängert er sich nicht stetig unter dem Einflusse d

anischen Schläge. Er verfällt vielmehr in der Regel in Wechselkräm- (§. 2707.). Hat der Faden eine bestimmte tiefere Stelle erreicht, so er von Neuem in die Höhe, um später abermals zu sinken. Da nun Zahl und die Dauer dieser Wechselkrämpfe in den verschiedenen Ver- en, die man mit einem und demselben Muskel anstellt, ungleich aus- n, so unterliegen auch die Zeiten, welche die Rückkehr zur ursprüng- n Länge fodert, einer gewissen Breite der Schwankung, welche der Sachter nicht genau auf dem Wege der Rechnung verbessern kann.

Betrachten wir die in Nr. 118. des Anhanges verzeichneten Werthe, 2785
ehen wir, daß nicht das Maximum der Verkürzungsgröße, sondern Anhang Nr. 118.
Zeit, welche der Muskel nöthig hat, um unter den elektrischen Schlä- seine ursprüngliche Länge wiederzuerhalten, den Grad der Erweichung mmt. Der Zungenschildknorpelmuskel, der sich im Anfange des ersten suches um 42,4 % verkürzte und 231 Secunden galvanisirt werden ite, dehnte sich dann um 2 % bleibend aus. Der dritte Versuch er- dagegen 2,4 % für den höchsten Werth der Längenabnahme, 35 Se- den für die Zeit der elektrischen Schläge und 0,3 % für die bleibende ängerung. Die Stärke der Erweichung hängt daher nicht von der ßten Längenverminderung, die der Muskel erreicht, sondern von der uer der Reizbarkeitsthätigkeit oder von der Summe der für jede kleinste inheit vorhandenen Verkürzungsgrößen ab. Es ist nicht die größte, Mal erlangte Intensität, sondern die in dem Laufe der Zeit zu Stande ammene Quantität oder die Summe der einzelnen Intensitäten der le- digen Thätigkeit, die den Grad der Cohäsionsabnahme bestimmt.

So sicher es ist, daß der verkürzte Muskel weicher wird, so schwer 2786
ßt sich beurtheilen, welchen Einfluß die Zusammenziehung auf die Voll- mmenheit der Elasticität ausübt (§. 2754.). Ich kann mir hierüber kein nz bestimmtes Urtheil erlauben. Ich vermag nur anzugeben, daß mir i gelungener Versuch keine Abnahme, sondern eher eine leise Zunahme r mäßige Zuggewichte zu ergeben schien.

Hatte ich ein Stück eines Schneidermuskels, der 0,04 Grm. wog, mit 6 Grm. er mit 279 Grm. für einen Quadratcentimeter Querschnitt belastet, so glich seine nge 17,7 Mm. Trug es dann nur 2 Gr. oder 83 Grm. für 1 Quadr. Cent., so hielt ich 17,0 Mm. Belastete ich es hierauf mit 12 Grm. oder 594 Grm. für 1 Quadr. ent., so ergaben sich 18,8 Mm. Die Länge unter 2 Grm. glich dann 17,5 Mm. Die hnung betrug daher verhältnißmäßig 0,5 Mm. oder 3%.

Nun wurde der Muskel so lange unter 2 Grm. Belastung galvanisirt, bis er zu iner ursprünglichen Länge zurückgekehrt war. Er verkürzte sich um 28% im Maximum nd hatte später 121 Secunden nöthig. Beschwerte ich ihn jetzt mit 6 Grm., so betrug ine Länge 18,3 Mm. Er kam unter 2 Grm. auf 17,5 Mm. zurück. 12 Grm. er- ben 19,1 und wiederum 2 Grm. 17,8 Mm. Der Unterschied glich daher jetzt 0,3 Mm. ber 1,7%.

Da die Molecularbeschaffenheit des Muskels im Augenblicke der Ver- 2787
irzung wechselt, so liegt die Vermuthung nahe, daß sich auch das Ver- alten zu dem polarisirten Lichte ändern wird. Wir wollen aber erst die- n Punkt in der Nervenlehre berücksichtigen, weil wir dort ohnedieß die eobachtungen, die bis jetzt in dieser Hinsicht über alle thierischen Gewebe ngestellt wurden, kennen lernen müssen.

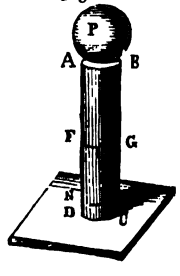
2788 **Betrachtungen über das Wesen der Muskelverki**
gen. — Da sie gewöhnlich von den Nerven ausgehen, so müs
zunächst zweierlei Grundbedingungen, die Schwingungen des Nerv
und die Molecularverhältnisse der Muskelmasse, unterscheiden. E
die Atomenzustände zweier Muskeln überein, so wird die Wirk
mit der Stärke des Nerveneinflusses wechseln. Da aber die Ern
verhältnisse die ursprünglich gegebenen Molecularbedingungen der
masse beherrschen, so muß auch derselbe Grad der Nervenwirkung
Thätigkeiten in verschieden beschaffenen Muskeln veranlassen könn

2789 Halten wir uns an die Muskelmasse allein, so haben wir
Kräfte zu unterscheiden. Der Stoff des Muskels besitzt einen
Grad von Elasticität, der seine kleinsten Theile in einer bestimm
erhält und die einmal angenommene Stellung bei jeder Gelegenhe
wahren oder wieder zu erlangen sucht. Wir wollen diese Seite
kung mit dem Namen der elastischen Kraft bezeichnen. Die Zusa
hung dagegen strebt, die Atome zu verrücken und die Masse sell
und breiter zu machen.

2790 Man sieht leicht, daß diese beiden Bemühungen einander entgeger
Die Zusammenziehung kann nur insofern, als sie den Widerstand
stischen Kraft überwindet, sichtlich wirken. Sie stößt immer auf
derniß, das einen Theil ihres Einflusses aufheben muß.

2791 Wir können uns die Erscheinung mit gewissen später zu erw
Einschränkungen unter dem Bilde der Compressionselasticität am
versinnlichen. Denken wir uns, ein Gewicht *P* Fig. 129. drücke

Fig. 129



stischen Cylinder *ABCD* so sehr zusammen, da
ABMN wird, so strebt er in jedem Augenblic
frühere Länge und Schmalheit von Neuem zu g
Seine Elasticität verzehrt gleichsam einen Theil
ckes. Eine gewisse Menge desselben muß ihr a
Gleichgewicht halten. Die elastische Kraft der
widersetzt sich ebenfalls der Verkürzung im A
der Zusammenziehung.

2792 Denken wir uns zwei gleiche Cylinder, der
sen verschiedene Elasticitätsmoduli besitzen, so
weichere ein kleineres Gewicht nöthig haben, um
Hälfte seiner Höhe zusammengedrückt zu werden. Dieselbe Bes
muß seine Länge in höherem Grade vermindern. Nehmen wir
Augenblick an, die Muskeln wurden durch gar kein Gewicht ge
muß die Verkürzung einen um so freieren Spielraum besitzen, j
der Elasticitätsmodul der Muskelmasse ausfällt. Es ist hiernach
ler, wenn diese eine geringere Elasticitätsgröße, als das Kautschu
Es wäre unter jener Voraussetzung keine Unvollkommenheit, daß d
keln im Augenblicke der Verkürzung weicher werden.

2793 Die Annahme, daß die Muskeln keine Lasten zu tragen hab
hält aber einen inneren Widerspruch. Ist auch kein Gewicht
fremdartiger Theil an ihrem unteren Ende befestigt, so werden

elfasern mit ihrem eigenen Gewichte beschwert. Sie würden des-
von selbst zerreißen, wenn ihre Länge ein gewisses Verhältniß zu
Querschnitte erreichen könnte (Bd. I. §. 61.). Sollte dieses nicht
all sein, so müßten ihre queren Durchmesser von unten nach oben
em bestimmten Verhältnisse zu dem Gewichte der tiefer liegenden
zunehmen. Sie müßten, wie man sich ausdrückt, Formen von glei-
Widerstande besitzen. Die Beobachtung lehrt aber, daß dieses nicht
all ist. Jeder Theil der Muskelfaser ist daher in jedem Augenblicke
oder minder belastet. Seine Elasticitätsgröße bedingt es, daß er
edeutendere Dehnungslänge zu erhalten oder zu bewahren sucht.

esitzt ein Riemen einen kleineren Elasticitätsmodul, so zieht ihn das- 2794
Gewicht stärker aus. Da aber der Muskel während der Verkürzung
wird, so müßte hierdurch an Hubhöhe verloren gehen. Es erklärt
raus, weshalb ein mit mäßigen oder bedeutenden Lasten beschwerter
l, der dem anhaltenden Einflusse des Magnetelektromotors ausge-
urde, der sich also eine Reihe von Malen rasch hinter einander zu-
gezogen, immer noch verkürzt ist, wenn ihn auch die Ermüdung
ie Erweichung zu seiner ursprünglichen Länge zurückgeführt haben
30.).

Dieses Verhältniß führte zu der Ansicht, daß die Muskeln einen Theil 2795
Wirkung im Augenblicke der Thätigkeit verlieren, weil ihr Elastici-
odul kleiner wird [1]). Es ergäbe sich dann von selbst, daß es zweck-
er gewesen wäre, wenn die Elasticitätsgröße während der Zusam-
hung unberührt gelassen und nicht herabgesetzt worden wäre.

Die Vollkommenheit, mit der die Natur alle ihre Stoffe herstellt,
uns mit Recht gegen diese Voraussetzung mißtrauisch machen. Wir
n auch am Schlusse dieser Betrachtung sehen, daß wir uns die
de der Zweckmäßigkeit jener Einrichtung wohl denken können.

Befindet sich ein Körper in Ruhe oder in Bewegung, so sucht er 2796
angenommenen Zustand so lange als möglich zu bewahren. Ein
, den wir senkrecht in die Höhe werfen, würde in dieser Bahn ins
dliche fortgehen, wenn ihn nicht der Widerstand der Luft und die
hung der Erde in seinem Streben beeinträchtigten. Man nennt diese
nschaft die Trägheit der Massen. Der Ausdruck darf aber nicht zu
Glauben verleiten, als beziehe sich das Wort nur auf das Verhält-
der Ruhe. Die Trägheitsmomente spielen eine große Rolle in allen
chinen, welche Drehbewegungen einleiten. Wir werden in der Folge
n, daß sie auch in manchen Bewegungen des Menschen, z. B. bei
Schlittschuhlaufen in kreisförmiger Bahn berücksichtigt werden müssen.

Dehnen wir einen elastischen Körper oder drücken wir ihn zusammen, 2797
ören wir das Gleichgewicht der Atome. Sie schwingen, bis sie end-
zur Ruhe kommen. Kehren sie zu ihren früheren Verhältnissen zu-
befinden sie sich endlich in derselben Lage und dem gleichen Zusam-

---

[1]) Ed. Weber, a. a. O. S. 115.

menhange, wie vor dem Versuche, so hat dieser die Elasticität nicht überschritten.

2798 Das Trägheitsmoment wird die Stellung eines jeden Mole verrücken und das Elasticitätsmoment die frühere Lage herbeizufüh chen. Der Sieg der einen oder der anderen Bedingung entsche ob sich die Größe und die Vollkommenheit der Elasticität ändern ob

Wir haben schon früher (§. 2751.) bemerkt, daß die Zeit ei sentlichen Einfluß auf die Elasticitätserscheinungen ausübt. Eine Dauer der Störung kann zu Ergebnissen führen, welche die Ela grenze nicht überschreiten, während eine längere das Entgegengese wirkt. Ruht später der Körper länger aus, so ist er auch eher im zu seinem ursprünglichen Zustande zurückzukehren. Es müssen di Schwingungen der Molecüle sehr lange anhalten und ihre Elastic mente nach und nach den Trägheitsmomenten gegenüber immer gi Bedingungen erreichen, je mehr sich der neue Zustand dem früh Laufe der Zeit anzunähern vermag.

2799 Wir können diese Vorstellungen auf die Molecularverhälti Muskelmassen übertragen. Die Zusammenziehung ändert die Stell Atome in doppelter Beziehung. Sie verkürzt und verbreitert di Sie macht diese überdieß zu gleicher Zeit weicher. Hört sie vollstän so kann zunächst die elastische Kraft des Muskels frei wirken. zeichnen ihre Thätigkeit mit dem Namen der Erschlaffung. Diese i Anderes, als die der Elasticitätsgröße entsprechende, frei gegebe wirkung der Muskelmasse.

2800 Ein elastischer Körper, der für kurze Zeit mit geringen G angespannt wurde, kehrt nicht immer zu seiner früheren Läng Entfernt man sie, so kann er sogar in einzelnen Fällen kürzer, al bleiben. Wir haben (§. 2770.) gesehen, daß die Muskelfasern Erscheinung darzubieten im Stande sind.

2801 Hat der Muskel länger unter dem Einflusse des Magnetelekt gestanden, hat er sich in derselben Zeit öfter verkürzt, so nimmt a Elasticitätsgröße beträchtlicher ab. Dasselbe Gewicht dehnt ihn au aus. Er durchläuft daher bei seiner Erschlaffung eine größere B er bei seiner Verkürzung, von dem früheren Ausgangspunkte an g durchsetzt hatte. Trüge er gar keine Beschwerung, so würde die derung seines Elasticitätsmoduls das Entgegengesetzte herbeiführer

2802 Spannen wir einen elastischen Riemen mit einem Gewichte dehnt er sich nicht auf ein Mal und der Zeit nach gleichförmig a durchläuft vielmehr die kürzesten Strecken in den letzten Aug Der Muskel, der noch nicht in Thätigkeit gesetzt worden, und der, nach der Verkürzung erschlafft ist, kann die gleichen Erscheinungen d

2803 Vermindert die Zusammenziehung die Größe der Elasticität, dieses, daß die Trägheitsmomente, welche die lebendige Thätigkeit führen, die ursprünglichen Elasticitätsmomente bis auf einen gewiss besiegen können. Der Zustand der Molecüle, welchen die Verkürz gesehen von der Längenabnahme eingeleitet hat, verharrt daher e

. Erholt sich die Muskelmasse in der Ruhe, so läßt sich erwarten, ihre Dehnbarkeit abgenommen haben wird. Es ist jedoch ausdrücklich emerken, daß sich dieser Schluß nur auf die Erholung der Molecular- lltnisse, nicht aber auf die der Muskelthätigkeit überhaupt zu bezie- vermag.

Es ist bekannt, daß die Nerven, welche die Sinnesthätigkeiten, die 2804
findung oder die Bewegung vermitteln, nach und nach in ihrer Arbeit den können. Uebersetzen wir dieses in die Sprache, deren wir uns bedienen, so werden wir sagen, daß die Thätigkeit Molecularschwin- en der Nervenmasse veranlaßt. Die Gleichgewichtsstörung kann all- g zu Stellungen der Atome führen, welche den Einfluß nachfolgender er Wirkungen herabsetzen. Die Trägheitsmomente der schwingenden enmolecüle gewinnen die Oberhand über die ursprünglichen Momente, n der Ruhe vorhanden waren. Eine Erholung kann auch hier im der Zeit zu Stande kommen.

Behalten wir die gewöhnlichen Verhältnisse, unter denen die früher 2805
theilten Versuche angestellt wurden, im Auge, so können wir die Ver- ng als die Folge und als den entsprechenden Ausdruck jener Nerven- ngungen ansehen. Ermüdet der Muskel, so sinkt seine Längenabnahme, nt genommen, sichtlicher, als die fortgesetzte Erweichung die Dehnungs- für eine bestimmte Beschwerung vergrößert. Erholt er sich so weit, rgend beträchtlichere Zusammenziehungen von Neuem auftreten, so kann orkommen, daß sich die Dehnungslänge noch nicht merklich vermindert selbst im Laufe der Zeit vermöge der Elasticitätsgesetze vergrößert nicht desto weniger die Verkürzung an Umfang zugenommen hat. Ist Nerve im Stande, seine Kräfte, unabhängig von den Verhältnissen der kelmasse und rascher als diese wieder zu gewinnen, so wird der eben hnte Fall um so leichter zum Vorschein kommen.

Unterscheiden wir die Kraft, welche die Verkürzung einleitet, von den 2806
kungen der Molecularbeschaffenheit der Muskelmasse, so können wir Reihe von Schlüssen, welche uns die Erweichung des zusammengezo- n Muskels erklärt und sie als keinen Nachtheil, sondern als einen theil erscheinen läßt, aufstellen.

§. 130. Zieht ein Gewicht *P* an dem Cylinder *ABCD*, so daß es 2807

ihn bis *NM* oder *GF* ausdehnt, so hängt die Bedeutung der Belastung von dem Querschnitte des Körpers, auf den sie einwirkt, ab. Es handelt sich um den Werth, der einer gewissen Querschnittseinheit, z. B. einem Quadratcentimeter entspricht. Dehnt sich der Körper in höherem Grade, so wird sein Querschnitt kleiner. Die Bedeutung des Lastgewichtes wächst daher, bis endlich der Körper zerreißt. Die Vergrößerung der beiden queren Durchmesser wird umgekehrt die Beziehungen, welche die Beschwerung besitzt, erniedrigen.

Diese Verhältnisse betreffen zunächst die Festigkeitsverhält- 2808
. Man könnte sogar auf den ersten Blick schließen, daß sie die Ela- äts- und Dehnungserscheinungen nicht berühren. Beschweren wir einen

elastischen Riemen mit einem Zuggewichte, so dehnt er sich nicht auf ei
Mal, so sehr er kann, aus. Er durchläuft die bedeutendsten Verlän
rungswege in den ersten und die kürzesten in den letzten Augenblick
Da aber die Größe des Querschnittes mit der Dehnung ab- und d
die Bedeutung der Belastung in gleichem Verhältnisse zunimmt, so läß
sich auf den ersten Blick das Umgekehrte erwarten. Der Körper müß
sich mit der Zeit immer stärker dehnen, je dünner er geworden ist.

2809 Eine einfache Annahme beseitigt diesen Einwand. Die Trägheitsm
mente, welche die früheren Verhältnisse der Molecüle zu verrücken strebe
werden in dem ersten Augenblicke am Stärksten und die Elasticitätsmom
verhältnißmäßig am Schwächsten wirken. Sind aber die elastischen Eig
schaften im Stande, einen siegreichen Widerstand zu leisten, so müssen
nach und nach die Trägheitsmomente überwinden. Es werden die Trä
heitseinflüsse immer mehr, je länger es dauert, sinken. Greift diese B
ziehung tiefer, als die von dem Querschnitt abhängige Bedeutung des Zu
gewichtes ein, so wird sich der Körper immer weniger dehnen. Es wird
sich die Verlängerung immer mehr verkleinern und endlich zuletzt gänzl
aufhören.

2810 Dem sei nun wie ihm wolle, so muß ein Riemen, dessen Querschn
plötzlich größer wird, ein verhältnißmäßig kleineres Gewicht in dem ers
Augenblicke tragen und daher weniger gespannt und gedehnt werden. D
Muskelfasern erfüllen diese Bedingung. Die Verkürzung vergrößert ihren
Querschnitt, sie erhält sich aber nur kurze Zeit auf dem Maximum ihrer
Höhe.

2811 Die Erfahrung bestättigt die Richtigkeit dieses Schlusses. Denn dieser
erklärt ein Gesetz, das wir früher (§. 2723.) kennen gelernt haben. Den
ken wir uns, die Reizbarkeit könnte beständig erhalten werden, so verklei
nern sich die Verkürzungsgrößen in geringerem Maaße, als die Beschwe
rungen zunehmen. Wäre die Bedeutung der Lasten in allen Fällen die
gleiche, so ließe sich erwarten, daß die Gewichte und die Längenvermind
rungen gleichförmig zunähmen. Je mehr sich aber der Muskel verkürzt,
um so breiter wird der Querschnitt, um so kleiner die Bedeutung der an
gehängten, in der Wirklichkeit beständig bleibenden, in ihren Beziehungen
aber wechselnden Beschwerungen. Die Lasten können daher stärker, als
die Verkürzungen wachsen. Die lebendigen Kräfte (und nicht bloß die
Molecularverhältnisse der Muskelmasse) haben geringere Widerstände zu
überwinden. Die Erhöhung der Lastgewichte vermag daher unverhältniß
mäßig zuzunehmen.

2812 Wir haben früher (§. 2791.) die Wirkung der Verkürzung mit einem
Gewichte, das eine elastische Säule zusammenzudrücken sucht, unter gewissen
Einschränkungen verglichen. Es ist hier der Ort, die Unterschiede schärfer
ins Auge zu fassen.

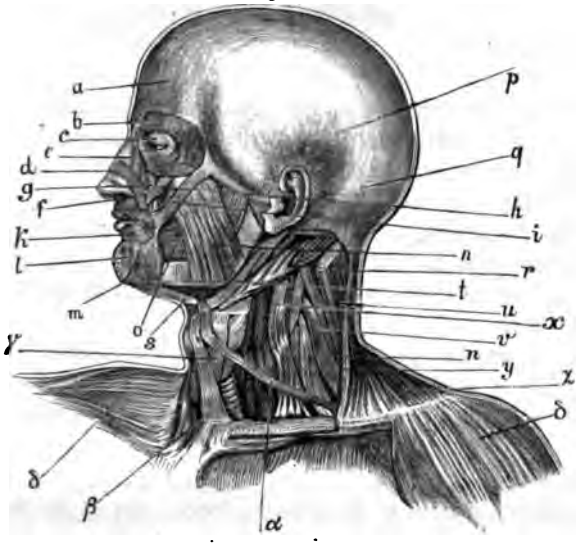
Ist ein fremdes aufgelegtes Gewicht thätig, so sinkt seine Bedeutung
oder seine Beziehung für einen Quadratcentimeter des Querschnittes in um
so höherem Grade, je mehr sich die Durchmesser des zusammengesetzten
Körpers vergrößern. Die Reizbarkeit, welche die Verkürzung herbeiführt

et aber nicht, wie ein fremdes aufgelegtes Gewicht. Sie iſt in jedem
üle thätig, ganz gleichgültig, wie ſie liegen, ob ſie ſich mehr der
oder der Quere nach ordnen. Die Veränderung des Querſchnittes
daher hier keinen Einfluß ausüben.
Setzen wir dieſes voraus, ſo wird die Verkürzung, die immer nur 2813
e Augenblicke auf ihrer größten Höhe bleibt, freier ſpielen können,
ſich die Elaſticitätsgröße der Muskelmaſſe verkleinert. Sie hat dann
geringeren elaſtiſchen Widerſtand der Muskelfaſern zu überwinden.
achtheiligen Folgen der Vergrößerung des Querſchnittes, die mit der
menziehung verbunden ſind, berühren ſie nicht. Sie verkleinern aber
deutung des Zuggewichtes und erniedrigen den Widerſtand, der ſich
eſer Seite aus der lebendigen Thätigkeit und zugleich den Molecu-
ältniſſen der Muskelfaſern entgegenſetzt. Die Verminderung der
itätsgröße, dieſe Art von Ermüdung iſt daher kein Nachtheil, ſondern
rtheil. Es wird ein ungünſtigerer Folgezuſtand herbeigeführt, damit
her mögliche Verkürzungsgröße eine deſto bedeutendere Höhe für eine
Zeit erreichen könne. Dieſe Theorie giebt uns zugleich den
el der Erklärung, weshalb die Ermüdung überhaupt keinen Fehler
eichſam keine Schwäche in den Einrichtungen der lebenden Weſen bil-
Bäre ſie nicht vorhanden, ſo würde auch das Maximum der voran-
enen Wirkung geringer ausgefallen ſein.

ätigkeit der einzelnen Muskelgruppen des Menſchen.

interhaupts- und Geſichtsmuskeln. — Der Hinter- 2814
s- und der Stirnmuskel (M. occipitalis und M. frontalis) (*a*
Fig. 131., *a* und *b* Fig. 134.) heften ſich an entgegengeſetzte End-

Fig. 131.

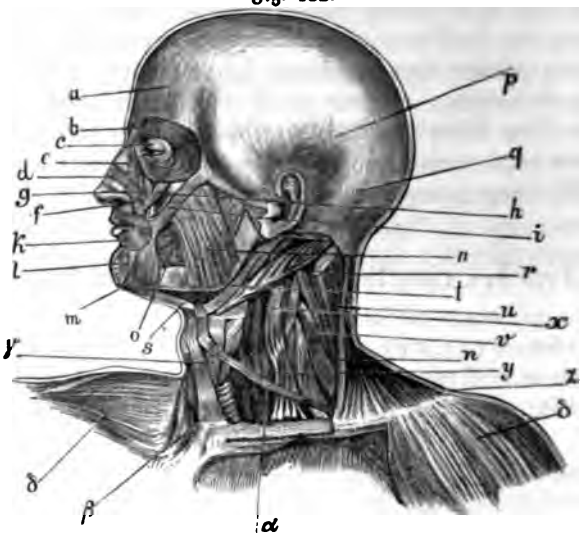


stücke der Kopfhaube (Galea aponeurotica). Man hat daher auch di beide als einen Muskel (M. epicranius), der in der Mitte sehnig ist, gesehen. Wirkt der Stirnmuskel allein, so kann er die Kopfhaube vorn und unten ziehen und die Stirne in Falten legen. Der Hinterha muskel dagegen führt sie in dem gleichen Falle nach hinten und Beide zusammen werden die Schädelhaube andrücken. Sie spielen wie die Gewichte an einer zweiarmigen Waage (§. 2595.).

2815 Da die Kopfhaut mit der Schädelhaube locker verwachsen ist, so sie leicht den Verschiebungen derselben. Manche Menschen könn Stirn- und den Hinterhauptsmuskel abwechselnd spielen lassen, so d behaarten Theile der Schädelhaut hin und her gezogen werden.

2816 Man nennt häufig den **Kreismuskel der Augendeckel** cularis palpebrarum) (*b c* Fig. 132.) den Schließer der Aug

Fig. 132.



Nur der innere Theil desselben *c*, den man auch richtiger als einen Muskel (M. ciliaris) betrachtet hat, versieht vorzugsweise diesen Er bringt die Ränder der Augenlider an einander und schließt a Weise die Augenspalte. Es kann hierbei zugleich eine Verrück Augenlider in waagerechter Richtung zu Stande kommen. Diese Bewegungsarten wechseln nicht bloß ihrem Grade nach in versch Personen, sondern weichen auch nicht selten in beiden Augen ein desselben Menschen ab [1]).

2817 Da sich die meisten Muskelfasern der inneren Abtheilung des muskels der Quere nach hinziehen, so übt auch ihre Verkürzung ei wissen Druck auf die Oberfläche des Augapfels aus. Wir habe

[1]) S. Th. v. Sommerring, Lehre von den Gefäßen und Muskeln des m Körpers. Umgearbeitet von G. W. Theile, Leipzig. 1841. 8. S. 30.

r (Bd. I. §. 1495.) gesehen, wie hierdurch die regelrechte Verbreitung
flüssigkeit, die sich in dem Bindehautsacke befindet, begünstigt wird.
Meibomischen Drüsen, die zwischen den drückenden Muskelgebilden
em widerstehenden Augapfel liegen, erfreuen sich der gleichen Pressung.
fettige Absonderung kann um so eher entleert werden.

Das obere Augenlid hat noch seinen besonderen Heber (Levator pal- 2818
ie superioris) (*g* Fig. 87. S. 180.). Das untere dagegen besitzt
weiteren Muskel, der die Senkung vermittelte. Sein Knorpel ist
her; seine Hautwand schlägt sich leichter nach außen um und bildet
Ectropium.

Viele Menschen sind nicht im Stande, die Augenlider der einen Seite
ließen und die der anderen offen zu erhalten. Soll diese beschränkte
ng zu Stande kommen, so muß bei ihnen die Hand nachhelfen. Die
omen und die Mikroskopiker können aber am Deutlichsten lehren, wie
Gewohnheit und Uebung diese Unvollkommenheit zu beseitigen ver-

Die äußere Abtheilung des Kreismuskels der Augenlider (*b* Fig. 132.) 2819
die Haut, vorzüglich der äußeren, oberen und unteren Umgebung
ugendeckel wallartig hervor, faltet sie, zieht die Augenbraue unter
lfe des Runzelers derselben (Corrugator supercilii) nach unten und
auf diese Weise zur Beschattung des Auges und selbst zur gegen-
n Annäherung der Augenlider bei. Da sich seine Fasern mit denen
ebers der Oberlippe (*e* Fig. 132.) verbinden, so kann er auch auf
aut, die nach außen von der Mitte der Nase liegt, wirken.

Der Thränenbeinursprung des Kreismuskels wird als Horner'scher 2820
kel besonders unterschieden. Ein Theil der Fasern dieser Bündel-
e geht aber von der Außenwand des Thränensackes aus. Hyrtl[1])
t daher an, daß er diesen in dem Augenblicke, in dem die Augen-
kräftig geschlossen werden, erweitert. Es kann auf diese Weise eine
re Menge von Flüssigkeit den Bindehautsack verlassen.

Die zarten Antlitzmuskeln bewegen nur nachgiebige kleine Knor- 2821
nd leicht verschiebbare Weichgebilde. Ihre schwache Wirkung verän-
die Oeffnungen der Nasenlöcher in beschränktem Maaße. Der größte
der Gesichtshaut und vorzüglich die weichen Lippen unterliegen da-
r ihrem Einflusse in um so stärkerem Maaße. Obgleich sie an und
ich zu den schwächsten Muskelmassen des Körpers gehören, so sichert
r doch ihre Lage eine höhere Bedeutung, als vielen ihrer größeren
nbuhler zukommt. Der bleibende Gesichtsausdruck, der oft eine an-
nde eigenthümliche Geistesrichtung verräth, das vorübergehende Mienen-
, welches die Regungen des Innern augenblicklich wiedergiebt, hängt
inem großen Theile von ihnen ab. Viele ihrer Bündel gehen deshalb
, in Fett vergraben, in den mannigfachsten Richtungen dahin, damit
jedes für sich verkürzen und den Gesichtsausdruck in den leisesten Ueber-
gen verändern könne.

1) J. Hyrtl, Handbuch der topographischen Anatomie und ihre praktisch medicinisch-chirurgischen Anwendungen. Wien, 1847. 8. S. 131. 132.

2822 Der Niederzieher des Nasenflügels (Depressor alae [illegible] von dem Heber der Nasenlöcher (Compressor na[illegible] Fig. 133.) [illegible] nach außen und unten und [illegible] [illegible] seinen äußeren und kleineren Theil dem Oberkieferknochen, [illegible] [illegible] Knochenleiste der Oberlippe und der Wangenhaut wulstiger [illegible] [illegible] Theilen. Der zweitere Erweiterer der Nasenflüge[illegible] [illegible] [illegible] [

Ausläufer zahlreicher Gesichtsmuskeln (Buccinator, Levator und De-
ssor anguli oris, Zygomatici, Platysmamyoides) seine eigenthümlichen
rn durchkreuzen oder selbst vielleicht in sie übergehen. Arbeitet er im
gen, so verkleinert er die Breitenachse der Mundspalte. Die Ränder
ein Theil der Oberflächen der Lippen treten in stärkerem Grade her-
Die Mundöffnung kann gleichzeitig geschlossen oder in ein rundliches
verwandelt werden. Es entstehen so die mannigfachen Formen, welche
Einstellung dieser Theile bei dem Essen, dem Küssen, dem Pfeifen oder
Saugen darbietet.

Die äußeren und die inneren Abtheilungen des Kreismuskels können 2826
auch gesondert wirken. Jene würden dann die Lippen wulstig her-
eiben, die Nase herunter- und das Kinn hinaufziehen, diese dagegen
Lippenränder nach innen führen, so daß die rothen Flächen derselben
Blicke zu einem großen Theile oder gänzlich entgehen. Arbeitet end-
die Muskelmasse einseitiger, so erhalten wir eine waagerechte Verschie-
der Mundspalte. Der eine Mundwinkel rückt nach innen und der
e nach außen.

Eine ganze Reihe von Muskeln hat die Bestimmung, diesen Verhält- 2827
i entgegenzuwirken und die Lippen auf die mannigfachste Weise fort-
hen. Der Heber der Oberlippe und des Nasenflügels
ator labii superioris alaeque nasi) (*e* Fig 133.) und der eigene
er der Oberlippe (Levator labii superioris proprius) (*g* Fig. 133.)
n sie nach oben und die Jochbeinmuskeln (Zygomatici) (*h* und *i*
133.) nach außen gegen die Wange hin. Der Niederzieher der
erlippe (Depressor labii inferioris s. Quadratus menti) (*l* Fig. 133.)
zum Theil der Niederzieher des Mundwinkels (Depressor
li oris) (*m* Fig. 133.) bewegen die Unterlippe nach unten und außen.
Mundwinkel wird durch seinen Heber (Levator anguli oris) in die
e gezogen und durch den Backenmuskel (Buccinator) (*o* Fig. 133.)
außen und gegen die vordersten Backzähne geleitet.

Manche eigenthümliche Wirkungen begleiten unmittelbar diese Thätig- 2828
n. Andere dagegen können nur, wenn ein berechnetes Widerspiel be-
barter Muskelfasern verändernd eingreift, zu Stande kommen. Der
ßere Jochbeinmuskel (Zygomaticus major) (*i* Fig. 133.) treibt
Wangenhaut wulstig hervor. Das Wangengrübchen, das sich in vielen
nschen bei dem Lachen bildet, rührt wahrscheinlich von der Thätigkeit
es Muskels und des Lachmuskels (Risorius Santorini) her [1]). Ar-
et der Kreismuskel des Mundes der §. 2827. erwähnten Thätigkeit
Backenmuskels (Buccinator) entgegen, so drückt dieser die Wange
die Zähne. Er erfüllt auf solche Weise seine Bestimmung bei dem
nen (Bd. I. §. 493.).

Der Kinnheber (Levator menti) zieht das häutige Kinn in die 2829
he und veranlaßt so die dann zum Vorschein kommenden Unebenheiten

---

) Theile, a. a. O. S. 57.

Da die Kaumuskeln der einen Seite nur die ihnen entsprechende Unterk beherrschen, so werden sie sich in mancher Hinsicht wie Gegenstücke oder An verhalten. Man bemerkt auch in der That, daß die Unterkinnlade (der Säug geringerem Grade seitlich verschoben ist, wenn alle Muskeln derselben an e ihre Thätigkeit aufgegeben haben. Dieses Mißverhältniß tritt noch deutliche Kauen, das natürlich nur an der gesunden Seite vollführt wird, hervor. S mungen des Schläfenmuskels, des Kaumuskels und des inneren Flügelmus solche Lagenveränderungen der unteren Kinnlade nicht nothwendig nach sich.

2839 Geben die Kaumuskeln unbedingt nach, so sinkt die untere von selbst herab, weil ihr unter dem Aufhängepunkt liegender Sc die tiefste Stelle aufsucht. Die Verkürzungsgröße der Kaumus daher schon allein bestimmen, wie weit sich der Unterkiefer von d kiefer entfernt. Wir haben aber schon früher (Bd. I. §. 490.) daß die Natur nicht die ganze Erscheinung der Herrschaft der schen Bedingungen überläßt, sondern noch besondere, wenn auch Gegenfüßler der Kaumuskeln herstellt.

Der zweibäuchige Kiefermuskel (Digastricus maxil rioris (*s t* Fig. 133.) nimmt in dieser Hinsicht den ersten Sein Verlauf und sein Bau verleihen ihm die Fähigkeit, vielseiti ken. Er geht von dem Zitzeneinschnitte, mithin von einem fes punkte, der nur mit der Lage des ganzen Kopfes wechselt, aus, ter sehnig, verbindet sich hierbei mit dem großen Zungenbeinho wandelt sich dann wiederum in einen Muskel, seinen sogenannte Bauch (*s* Fig. 133.), dessen Fasern nicht bloß von jener Mittelsc dern auch zum Theil von der Grundfläche des Zungenbeines en und heftet sich endlich an das Mittelstück des Unterkiefers unte nern Kinnhöcker. Diese Einrichtung gewährt ihm den Vortheil drei Hebel nach Verschiedenheit der Nebenbedingungen zu beherrsche

Denken wir uns, der Kopf behaupte eine bestimmte Stellu rend das Zungenbein mittelst eines Theiles seiner übrigen Mus stigt ist, so wird der zweibäuchige Muskel die Kinnlade herabzi mit seiner Kraft der Hebung der Kaumuskeln entgegenarbeiten. nigter Theil, der häufig den Griffel-Zungenbeinmuskel durchbohr einem Schleimbeutel dahingleitet, wird so, als wäre er über eine R tet (§. 2583.), wirken. Bewahren dagegen der Kopf und der U ihren ein Mal angenommenen Ort, während das Zungenbein so muß dieses gehoben werden. Der vordere Bauch des Mus

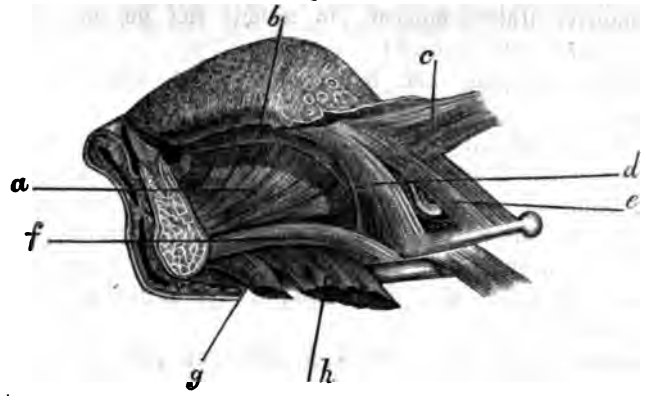
den vermag, zu 4 bis 5½ Centimeter anſchlagen. Die Grenzwerthe, wir in erwachſenen Männern antreffen, liegen ungefähr zwiſchen 3 6 Centimeter.

Spielte der Gelenkkopf des Unterkiefers in einer halbkugeligen Pfanne, 2841
er nie verließe, ſo müßte der Drehpunkt in ſeine Mitte fallen. Da
: ſeine Form dieſer Bedingung nicht entſpricht und da er ſogar ſeine
enkgrube bei weiter Oeffnung des Mundes überſchreitet, ſo fällt der
ewegliche Mittelpunkt der ganzen Ortsveränderung tiefer unten außer-
› des Gelenkes und zwar in den Verlauf des ſenkrechten Aſtes der
erkinnlade. Die Unſicherheit, mit der deſſen Lage in dem lebenden
nſchen angegeben werden kann, macht es aber unmöglich, den Winkel,
beide Kiefer in dem Maximum ihrer Entfernung bilden, genau zu be-
men. Annähernde Meſſungen und Berechnungen, die ich in dieſer
ſicht an 4 Männern von 24 bis 43 Jahren anſtellte, führten mich
18° bis 32°.

Hat man die Gegend des Drehpunktes ungefähr erkannt, ſo mißt man die gerad-
te Entfernung deſſelben von dem oberen und inneren Rande des mittleren Schneide-
es bei geſchloſſenem Munde, läßt den Mund ſo weit als möglich öffnen und beſtimmt
Abſtand des früher an den Zähnen genommenen Endpunktes von dem Theile der
n Schneidezähne, die ihn vorher berührten. Dieſer letztere Werth giebt die Baſis Band I. Anhang Nr. 48.
s gleichſchenkeligen Dreieckes, deſſen Seite die zuerſt gefundene Größe darſtellt.

Zungenbein und Zunge. — Nur ein kleiner Theil der Mus- 2842
ſern der Zunge, der Zungenmuskel (Lingualis) [*b* Fig. 134.] im en-

Fig. 134.

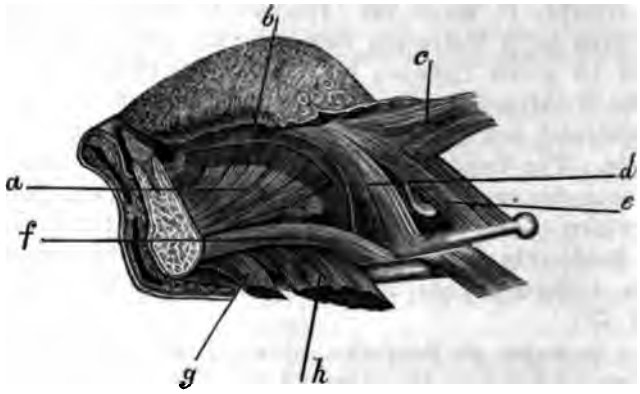


en Sinne des Wortes, benutzt keine Knochengebilde als Stützpunkte.
e übrigen dagegen gehen von dem Griffelfortſatze, dem Unterkiefer oder
n Zungenbeine aus. Iſt das letztere feſtgeſtellt, ſo können die Faſern,
von ihm entſpringen und ſich nach oben in die Zunge verbreiten, kraft-
l wirken. Wird aber das Zungenbein herabgezogen, ſo muß auch die
ngenmaſſe, wenn kein beſonderer Widerſtand Statt findet, der Bewe-
ıg mehr oder minder nachfolgen.

Betrachten wir zunächſt das Zungenbein, ſo ſteigt es nach vorn und 2843
n, wenn die Kinnlade verhältnißmäßig feſtgeſtellt iſt und ſich der vor-

dere Bauch des Niederziehers des Unterkiefers (Digastricus
xillae inferioris) [*s t* Fig. 133.], der Kinn-Zungenbeinmuskel (
niohyoideus) [*f* Fig. 135.] und vorzüglich bei emporgehobenem Kopfe

Fig. 135.



Kiefer-Zungenbeinmuskel (Mylohyoideus) [*g h* Fig. 135.] zu
menziehen. Der hintere Bauch des Niederziehers des Unterkiefers
der Griffel-Zungenbeinmuskel (Stylohyoideus) [*r* Fig. 133]
ren es in dem gleichen Falle nach hinten und oben, der Bruſt-Zun
bein- (Sternohyoideus) [*β* Fig. 133.], der Zungenbein-Schildk
pelmuskel (Hyothyreoideus) und mittelbar der Bruſt-Schildk
pelmuskel (Sternothyreoideus) [*γ* Fig. 133] dagegen nach unten.
bedarf genauerer Unterſuchungen, in welcher Art ſich noch hierbei
Schulter-Zungenbeinmuskel (Omohyoideus) [*α* Fig. 133] b
ligt. Es wäre möglich, daß ſein oberer Bauch allein zu dem
Zwecke diente.

2844 Folgt die Zunge mit dem Boden der Mundhöhle dem Antriebe,
die oben erwähnten Muskeln geben, ſo wird es nicht gleichgültig
in welcher Richtung der Zug vorzüglich der oberhalb des Zungenb
gelegenen Muskulatur wirkt. Geht er nach oben und hinten, ſo wir
hierdurch die Mundhöhle nach dem Racheneingange hin verengern.
er weiter nach vorn, ſo muß ſich vorzüglich der Mittelraum der M
höhle verkleinern.

2845 Wir haben ſchon früher (Bd. I. §. 497. und 498.) geſehen, wi
einzelnen Abtheilungen des Zungenmuskels (Lingualis) [*b* Fig. 1
der Kinn-Zungenmuskel (Genioglossus) [*a* Fig. 135.], der
genbein-Zungenmuskel (Hyoglossus) [*d e* Fig. 135.], der Gri
Zungenmuskel (Styloglossus) [*c* Fig. 135.] und der Quermu
des Unterkiefers (Mylohyoideus) [*g h* Fig. 135.], die Form und die
der Zunge ihrem Faſerverlaufe gemäß verändern können. Man hat h
die Durchſchneidung des Kinnzungenmuskels (Genioglossus) [*a*
135.] zur Heilung des Stotterns empfohlen. Manche Anatomen
men an, daß er nicht bloß die Zunge gegen den Boden der M
höhle herabführt, ſondern auch die Spitze derſelben vorſtößt; andere

en schreiben ihm, wie wir gesehen haben (Bd. I. §. 498.), die letztere
rkung nicht zu. Die Erfahrungen der Wundärzte fielen so widerspre-
:d aus, daß die praktische Seite der Streitfrage wenigstens für jetzt
ı nicht erledigt ist.

Muskeln des weichen Gaumens. — Die ihn beherrschenden Mus- 2846
liegen größtentheils oder wenigstens mit ihren Ausläufern zwischen den
en Blättern seiner Schleimhaut verborgen. Die **Zungengaumen-**
skeln (Glossopalatini) beschränken die Rachenenge in den verschieden-
Richtungen, sobald ihre Endpunkte willig nachgeben. Das Gaumen-
l nähert sich dann der Zungenwurzel und der rechte vordere Gaumen-
:n dem linken. Ist dagegen die Zungenwurzel befestigt, so können sie
weichen Gaumen etwas herabziehen und die Zungenwurzel bei der
'ehrung des Ausgangspunktes in geringem Grade emporheben.

Die Thätigkeit der **Schlundkopf-Gaumenmuskeln** (Pharyngo 2847
ıtini) hängt von der Stellung des Schildknorpels, von dessen Hinter-
ɔern die Muskelfasern ausgehen, ab. Befindet er sich in seiner mitt-
ı Lage, so nähern jene die hinteren Gaumenbogen wechselseitig und
ıen den weichen Gaumen nach hinten und unten zu ziehen. Ist dage-
der Schildknorpel gehoben, so können sie zugleich das Gaumensegel
en die hintere Schlundwand hinüberführen.

Der **Zäpfchenmuskel** (Azygos uvulae) verkürzt die Länge des 2848
chen Gaumens, hebt das Zäpfchen und kann es selbst nach hinten
ımen.

Die größeren **Heber des weichen Gaumens** (Levatores palati 2849
llis) führen das Gaumensegel in die Höhe und stellen dabei dessen
en Rand nach hinten gegen die gegenüberliegende Wandung des
ılundkopfes. Sie tragen auf diese Weise zu dem Abschlusse der Ra-
höhle von der Nasenhöhle bei, erweitern den Racheneingang und sind
ɔ im Stande, das Gaumensegel in geringem Maaße anzuspannen.
e **kleinen vorderen Gaumenheber** (Levatores palati anteriores)
ınen die vordersten Seitentheile des Gaumenvorhanges an. Die Wir-
ıgen des umgeschlagenen **Gaumenmuskels** (Circumflexus palati) sind
ɔ nicht mit Sicherheit erforscht. Manche suchen sie in der queren An-
ınnung des Gaumensegels[1]).

Die Art, wie diese und andere Muskelgebilde bei dem Schlingen wirken, ist schon
). I. §. 512. erläutert worden.

Schlund und Speiseröhre. — Der Schlundkopf besitzt zwei 2850
nander ergänzende Heber, nämlich den **Griffel-Schlundkopfmus-**
:l (Stylopharyngeus) und den **Trompeten-Schlundkopfmuskel**
alpingo-pharyngeus). Jener zieht den oberen Theil des Schlundes em-
r, erweitert ihn in querer Richtung und kann den Kehlkopf nach oben
ıd nach hinten wenden und den Kehldeckel neigen helfen. Dieser dagegen

[1]) Theile, a. a. O. S. 72.

hebt das Stück des oberen Theiles des Schlundes, auf welches der Schlundkopfmuskel nicht unmittelbar wirkt.

2851 Die drei Schlundkopfschnürer (Constrictores pharyng engern die ihrer Ausbreitung entsprechenden Stücke der Schlundkop Der obere kann überdieß noch den Pharynx durch Fasern seine Abtheilung (Pterygopharyngeus) heben und die Mandeln durch se leres Stück (Mylopharyngeus) drücken helfen. Der untere zieht den Kehlkopf, wenn kein Nebenwiderstand entgegentritt, empo Ueberklappen des Kehldeckels ist den verschiedenen Muskelbündeln, unter dem Namen des Umbengers dieses Theiles (Reflector e dis) umfaßt, übertragen.

Die Thätigkeit der Kehlkopfmuskeln wird in der Lehre von der Stimme gegeben werden.

2852 Wir haben schon früher (§. 2322.) gesehen, wie die Musku Speiseröhre in ihren verschiedenen Verkürzungsarten thätig ist. beschrieb noch in neuerer Zeit zwei häufig vorkommende äußere gebilde, die sich an die Speiseröhre anschmiegen. Der Bronchi kel der Speiseröhre (M. broncho-oesophageus) kann diese f die von dem durchgegangenen Bissen eingedrückte Hinterwand d Bronchus hervorziehen. Der Lungenfellmuskel (M. pleuro- geus) dagegen ist im Stande, die Speiseröhre festzuhalten und kung, die jener erstere Muskel auf den Bronchus ausübt, zu e

2853 Die übrigen Halsmuskeln, die sich nicht an die S säule anfügen. — Der Hautmuskel des Halses (P myoides) ist zunächst bestimmt, die Haut des Halses der Länge bewegen. Einzelne seiner Faserbündel ziehen den Mundwinkel n und außen oder unterstützen wenigstens diese Ortsveränderung. dahin gestellt, ob sich nicht andere bei der Senkung der Unt betheiligen.

2854 Findet der Kopfnicker (Sternocleidomastoideus) [*a b* s seinen Ausgangspunkt an dem Brustbeine oder dem Schlüsselbeine er den Kopf nach der Schulter seiner Seite und dreht ihn zu daß das Gesicht nach der entgegengesetzten Richtung gewendet wi ken die Muskeln beider Seiten gleichzeitig, so neigen sie den K vorn und machen so die Nickbewegung desselben möglich.

Der schiefe Hals (Caput obstipum) entsteht vorzüglich durch die ungleich deten Kopfnicker. Der innere Kopf des Muskels (a Fig. 141.), der von dem kommt, soll nach Guérin das Leiden in den meisten Fällen allein bedingen. jedoch häufig vor, daß man nicht blos beide Abtheilungen des Muskels, s noch die Halsfascia mit ihren Muskelbündeln durchschneiden muß, um zu gelangen.

2855 Stab der Wirbelsäule. — Die Betrachtung der Sc bältnisse (Bd. I. §. 84.) zeigte uns schon, wie die Wirbelsä Stützstab bildet, der unten in dem von Füßen säulenartig getra cken eingeklemmt ist, vorn die Brust und den Unterleib, oben Seiten die Arme und endlich auf seinem höchsten Punkte den K

…fe Belastungsverhältnisse, welche einen nicht unbedeutenden Grad von …gkeit voraussetzen, und die beschränkte Beweglichkeit, die dem Ganzen …chen worden ist, machten die eigenthümliche Form und die besondere …bindungsweise der Wirbel, die wir schon früher (§. 2548.) kennen …nt haben, nothwendig.

Während die einzelnen Halswirbel fast die gleiche Höhe besitzen, ver- 2856
…ern sich die senkrechten Durchmesser von den Rückenwirbeln bis zu dem …en Lendenwirbel. Legt man die mittlere Höhe der Halswirbel als …heit zum Grunde, so erhält man als Durchschnittswerthe eines wohl- …ildeten Skelettes 1,47 für die Rücken- und 1,99 für die Lendenwirbel. …aber nur fünf Lenden-, sieben Hals- und zwölf Rückenwirbel vorhan- …sind, so ergiebt sich von selbst, daß sich dann die mittleren Längen …drei Hauptabtheilungen der Wirbelsäule, wenn man wiederum das …stück zur Einheit nimmt, wie 1 : 2,5 : 1,4 verhalten müssen.

Die Breite der Wirbel nimmt nicht stetig von oben nach unten zu. 2857
…vergrößert sich zwar von dem zweiten bis zu dem letzten Halswirbel, …ngert sich aber dann wieder bis zu dem vierten Brustwirbel und …t endlich wieder bis zu dem Anfange des Kreuzbeines.

Die Größe der Zwischenknorpel entspricht im Allgemeinen dem Grade 2858
…Beweglichkeit, der den einzelnen Stücken der Wirbelsäule verliehen …Sie erreichen daher ihren bedeutendsten Werth an den Lendenwirbeln …herrschen noch verhältnißmäßig stärker am Halse, als am Rücken vor. …mittlere Höhe der Zwischenknorpel beträgt nach Weber[1]) in dem …nstücke beinahe ein Drittel der durchschnittlichen Höhe der Wirbel- …r. Diese Zahl sinkt aber ungefähr auf 1/3 am Halse und auf 1/7 am …n.

Die rückwirkende Festigkeit eines Cylinders, der an dem einen Ende 2859
…halten und an dem andern belastet ist, wächst mit dem Biquadrate …Durchmessers und umgekehrt mit dem Quadrate der Länge. Ist da- …n die Säule unten nicht festgehalten, so biegt sich die untere Hälfte …so stark, wie die obere. Ihre rückwirkende Festigkeit wächst dann um …Vierfache[2]) (§. 2489.). Da nun die Wirbel um so größere Lasten …tragen haben, je tiefer sie liegen, so giebt dieses einen Fingerzeig, …halb die untersten Wirbel am Breitesten sind, warum nur unten eine …te, fast unbewegliche Einklemmung Statt findet und der ganze Stab …gerade verläuft, sondern in mehreren entgegengesetzten Krümmungen …ngeht. Band I. Anhang Nr. 28.

Betrachten wir nämlich die Wirbelsäule eines Erwachsenen, so finden 2860
…daß sie eine Reihe ungleichartiger Schlangenbiegungen macht. Die …wirbel treten mit einer mäßigen Convexität nach vorn hervor. Das …stück der Wirbelsäule ist stärker nach hinten ausgebogen, während …wiederum der Lendentheil nach vorn hin windet. Das eingepferchte

---

W. und Ed. Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Göttingen, 1836. 8. S. 92.

J. Weißbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik. Theil I. Braunschweig, 1845. 8. S. 234.

Kreuzbein endlich erscheint nach hinten conver. Da nun die Wirbel drei abwechselnde Krümmungen oberhalb ihrer Einklemmungsstelle beſi schließt Roulin, daß sie 16 Mal so viel zu tragen im Stande se wenn sie einfach gebogen wäre, weil die Kraft einer federnden S mit dem Quadrate der um die Einheit vermehrten Zahl der Bi gen wachse.

2861 Sieht man die Krümmungen der Wirbelsäule der Einfachheit
Anhang Nr. 119. als Kreisstücke an, so unterscheiden sie sich von einander durch die G ihrer Halbmesser und ihrer Winkel. Versucht man beide zu beſti so erhält man:

	Krümmungsbogen des			
	ersten bis sieben-ten Halswir-bels.	ersten bis zwölf-ten Brustwir-bels.	ersten bis fünf-ten Lendenwir-bels.	Heili Schwa
Halbmesser	13,86 Cent.	24,17 Cent.	33,34 Cent.	7,18
Winkel	47° 52′.	67° 20′.	30° 4′.	129

2862 Läßt man das unterste, zum Theil eingeklemmte Stück der S säule bei Seite, so nehmen mithin die Werthe der Krümmungshal nach abwärts hin zu. Die Größe der Winkel dagegen, welche einzelnen Radien gelten, erreicht ihre bedeutendste Höhe in dem theile.

2863 Berechnet man die Länge, welche jedem der Krümmungsbog
Anhang Nr. 119. kommt, so findet sich, daß sie für das Bruststück beinahe $2\frac{1}{2}$, für d denabtheilung $1\frac{1}{2}$ und für die Heiligbeinparthie $1\frac{2}{5}$ Mal so gro für die Halswirbelsäule ausfällt.

2864 Hält man sich an die Schätzungen der Größenverhältnisse de schenwirbelknorpel, wie sie Weber[1]) angenommen, so ergiebt sich,
Anhang Nr. 120. die Lendenabtheilung der Wirbelsäule, wenn sie für sich belastet eben so sehr, als das Rückenstück, dagegen nur um $\frac{1}{3}$ des Werth die Halsabtheilung gestattet, krümmen könnte.

2865 Die Wirbelkörper und die Zwischenwirbelknorpel besitzen einen ren Grad von Beweglichkeit, als die Wirbelsäule im Ganzen. D fernung der Bogenstücke mit ihren Fortsätzen kann uns hiervon bal zeugen. Die waagerechteren Dornen der Hals- und der Lendenwi schränken weniger die Krümmungen von vorn nach hinten, als di ziegelförmigen der Rückenwirbel. Diese können sich verhältnißmäß in waagerechter Richtung drehen, — eine Ortsveränderung, die d denwirbeln fast gänzlich mangelt. Die Halswirbel sind daher im in hohem Grade begünstigt.

2866 Biegt man die Wirbelsäule der Leiche kraftvoll nach hinten, s es nach E. H. Weber drei Stellen, die leichter nachgeben und g

[1]) W. und Ed. Weber, a. a. O. S. 95.

ßen einknicken. Es sind dieses die Gegenden der unteren Halswirbel, elften Brust- bis zu dem zweiten Lendenwirbel und des vierten Lenwirbels bis zu dem Kreuzbeine. Hyrtl[1]) bemerkt, daß das Gleiche ebenden Menschen, z. B. bei dem Turnen, wahrgenommen werden könne. Lastet ein bedeutender Druck auf einem Stücke der todten Wirbel- 2867
:, so werden die Zwischenwirbelknorpel dünner. Sie treten vor den dern der Wirbelkörper stärker hervor. Geben sie auch im Leben we: nach, so kehrt doch im Ganzen das gleiche Grundverhältniß wieder. Mensch ist deshalb Abends vor dem Schlafengehen kleiner, als des gens bei dem Aufstehen. Der Unterschied fällt fast nie unmittelbar ie Augen. Man kann ihn aber zu $^1/_{100}$ der Körperlänge für erwachkräftige Männer anschlagen.

Die Krankheitslehre unterscheidet drei Hauptarten regelwidriger Verkrümmungen Birbelsäule, die Kyphosen, die Lordosen und die Skoliosen. Der Höcker, ie Biegung erzeugt, ist in dem ersteren Falle nach hinten, in dem zweiten nach und in dem dritten nach rechts oder links gerichtet. Ergiebt es sich aber schon er Natur der Sache, daß sich die Kyphosen oder die Lordosen mit Skoliosen einer derselben Stelle verbinden können, so fordern es häufig die mechanischen Verhältdaß sich die verschiedenartigsten Krümmungen längs des Verlaufes der Wirbelsäule n.

Der größte Theil der krankhaften Biegungen, welche die Richtung von vorn nach t ändern, setzt gewissermaaßen die regelrechten Krümmungsarten fort. Man stößt meist am Rücken auf Kyphosen, an dem Halse und den Lenden dagegen auf sen.

Die angeborenen Verbiegungen der Wirbelsäule können nach Rokitansky[2]) daentstehen, daß sich die Wirbel in ungleichem Grade ausbilden oder daß sich sogar ltenen Fällen regelwidrige, accessorische halbe Wirbelstücke einschieben. Entstand en das Uebel, wie gewöhnlich, im Kindesalter oder noch später, so findet man in Regel, daß einzelne Wirbel eine ungleiche Dicke an ihren verschiedenen Punkten be- Die Seite z. B., die nach der ausgehöhlten Fläche der Krümmung sieht, hat eine gere Höhe. Greift die Verbiegung sehr tief durch, so bildet die Mitte des Wirbels eine starke Einsenkung oder Furche, während sich der obere oder untere Rand ser erhebt oder leistenartig vorspringt. Diese Formabweichung fehlt dagegen an der überstehenden Seite. Das Mittelstück und die Endtheile beschreiben hier eher eine ungsebene. Die Zwischenwirbelknorpel sind an der concaven Seite niedriger und an onveren höher. Sie können selbst dort schwinden und eine unmittelbare Verwachder Wirbelkörper möglich machen. Die Wirbelbogen verlieren, diesem entsprechend, symmetrische Stellung und verschieben sich in stärkerem oder geringerem Maaße.

Die einzelnen Fortsätze folgen der regelwidrigen Ortsveränderung. Ist die Krümg sehr stark, so werden die Querfortsätze an der Seite der Aushöhlung in hohem de beengt. Sie sind daher hier kleiner, kürzer und gebogener, als an der entgegenten Seite, bilden nicht selten eigenthümliche Krümmungen, erscheinen rauh und zackig verbinden sich oft durch einzelne Knochenbrücken oder durch ausgedehntere knöcherne nachsungen. Ihre Gelenke verschieben sich, stehen nicht selten waagerechter oder gehen zu Grunde. Die convere Seite der Krümmung kann dann gerade die entgegenten Verhältnisse darbieten. Die Bogenhälften und die Querfortsätze treten weiter einander und werden bisweilen unebener. Die Dornfortsätze verschieben sich und meist nach der converen Seite. Das untere Ende von manchen spitzt sich zu, läuft nen gegen den Wirbelbogen gerichteten Haken aus oder krümmt sich sonst auf regelge Weise.

Außergewöhnliche Knochenablagerungen begleiten noch häufig diese krankhaften Ver-

---

J. Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Prag, 1846. 8. S. 226.
C. Rokitansky, Handbuch der pathologischen Anatomie. Bd. II. 1842. 8. Seite 262 — 68.

änderungen. Einzelne Stücke der Zwischenwirbelknorpel verknöchern und drängen sich leistenartig hervor. Ganze Strecken der Wirbelknochen und selbst der Rippen sind mit neuen Knochenabsätzen, wie von geschmolzenen Massen umflossen.

Die Wirbelkörper biegen sich nicht bloß bei starken Verkrümmungen nach vorn nach hinten oder nach der einen Seite, sondern drehen sich auch mehr oder minder um ihre Achse. Es ereignet sich häufig, daß sich eine Reihe entgegengesetzter Krümmungen auf die Wirbelsäule vertheilt. Eine Lordose der Lendenwirbel folgt z. B. auf eine Kyphose des Rückens. Eine seitliche Verkrümmung von diesem sieht nach rechts und eine solche von jenen nach links. Die ganze Wirbelsäule sehr verkrüppelter Menschen gewinnt auf diese Art die Gestalt einer Schlangenlinie. Es krümmten sich z. B. in einem solchen Falle die Halswirbel nach rechts, die vier ersten Rückenwirbel nach links, die folgenden vier nach rechts, die letzten vier Rücken- und der erste Lendenwirbel nach links und die übrigen Lendenwirbel wiederum nach rechts. Die wahrscheinlich zuerst entstandenen Rückenkrümmungen herrschten hierbei in höherem Grade, als die Verbiegungen des Hals- und des Lendentheiles vor.

Fällt die Sehne eines Krümmungsbogens mit der Längenachse der Wirbelsäule zusammen, so wird die Biegung nur den Abstand des Kopfes von dem Becken verkleinern, nicht aber eine seitliche Neigung mit sich führen oder die oberen Körpertheile nach vorn oder hinten verrücken. Kreuzt dagegen jene Sehne die Längenachse unter einem bestimmten Winkel, so daß beide Endpunkte oder wenigstens einer außerhalb dieser fallen, muß sich eine schiefe Stellung mit der Längenverkürzung verbinden. Eine schräge Haltung des Kopfes begleitet auf diese Weise viele beschränkte oder ausgedehnte Verkrümmungen. Denken wir uns aber, es folge eine zweite Biegung, deren Sehne zwar ebenfalls die Längenachse durchschneidet, die aber mit ihrem unteren Endpunkte die Längenachse berührt, so wird hierdurch die seitliche Neigung aufgehoben werden. Die neue Ergänzungsbiegung beseitigt zwar den früheren Uebelstand, sie vermindert aber noch mehr den Abstand des Kopfes von dem Becken.

Diese compensirenden Krümmungen können nicht bloß ungleiche Winkel, sondern auch ungleiche Krümmungshalbmesser besitzen. Sie erreichen auch oft nicht ihr Ziel vollständig, sondern nähern sich ihm nur, indem die jetzt vorhandene Längenachse nur wenige Grade von der vollkommen normalen abweicht.

Die trockene Wirbelsäule eines Erwachsenen hatte z. B. eine nach links ausgefallene Biegung, die von dem ersten bis zu dem zehnten Rückenwirbel reichte. Die entgegengesetzt gerichtete Ergänzungskrümmung umfaßte die beiden letzten Rücken- und die beiden ersten Lendenwirbel. Jede auffallende Achsendrehung mangelte. Obgleich die Neigung der Achse wenig in die Augen fiel, so ergab doch die unmittelbare Messung eine Abweichung von 2° bis 3°. Die Berechnung der Krümmungsbogen, die auf einen mittleren Halbmesser zurückgeführt wurde, lieferte hierbei 2°33′.

Anhang Nr. 121.

Die Wirbelsäule des sehr verkrümmten Skelettes eines alten Mannes war in der oben erwähnten Weise schlangenförmig gebogen. Der Kopf neigte sich bedeutend nach links. Die Wirbel hatten sich zugleich um ihre Achse gedreht. Berechnete man die Werthe der untersten Rückenkrümmung und der ergänzenden nachfolgenden Lendenbiegung wie in dem vorigen Falle, für gleiche mittlere Halbmesser, so ergaben sich 14°19′ die seitliche Abweichung. Führte man dagegen die Lendenkrümmung auf die untere Rückenkrümmung zurück, so fand man 12°58′. Die unmittelbare Messung lieferte 12½ bis 12½°.

Anhang Nr. 121.

2868 **Atlas und Epistropheus.** — Das oberste Ende der Wirbelsäule, auf dem der Kopf ruht, besitzt eine eigenthümliche Einrichtung, mittelst der die mannigfachen Hauptbewegungen auf verschiedene Stücke vertheilt werden. Die Gelenkverbindung zwischen den Condylen des Hinterhauptes und dem ersten Halswirbel übernimmt die Beugung des Kopfes nach vorn und die Streckung nach hinten. Der Zapfen dagegen, den der Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels bildet, macht es möglich, daß sich der Kopf und der Atlas von einer Seite zur anderen wenden (§. 2557.).

2869 Die Gelenkkapseln, die sich zwischen den Condylen des Hinterhaupt

dem Atlas hinziehen, geben vorn und hinten eher, als an den Seiten
). Das starke Querband und das Kreuzband des ersten Halswirbels
den Zahnfortsatz des zweiten in der Nähe des Atlaskörpers zurück.
schafft so gleichsam eine für ihn ausschließlich bestimmte Höhle. Das
Hängeband und die Flügelbänder, die den Zahnfortsatz mit dem Hinter-
pte verbinden, hindern es, daß er nicht aus dem ihm angewiesenen
me herausschlüpft. Die Gelenkkapseln, die den Atlas mit dem Epi-
phens beweglich vereinigen, sind verhältnißmäßig schlaff, um kein Hin-
niß dem drehenden Zapfenspiele des Zahnes des zweiten Wirbels in den
g zu legen.

Es läßt sich am Lebenden schwer bestimmen, um welchen Bogen der 2870
f mittelst der Gelenkverbindung des Hinterhauptes gebeugt zu werden
mag, weil sich Krümmungen der Halswirbelsäule zu jedem Bemühen, die
sten Werthe zu erreichen, gesellen. Prüfte ich die Erscheinungen in der Anfang Nr. 122.
he eines erwachsenen Mannes, so fand ich, daß die Bewegung in den
ylen des Hinterhauptes von vorn nach hinten fast genau einen Win-
von 45° lieferte. Die seitliche Wendung glich im Ganzen beinahe 90°,
aß 45° auf jede Hälfte kommen würden. Die größeren Werthe, die
derlei Beziehungen der angeführten Gründe wegen im Leben auf-
n, werden uns später beschäftigen.

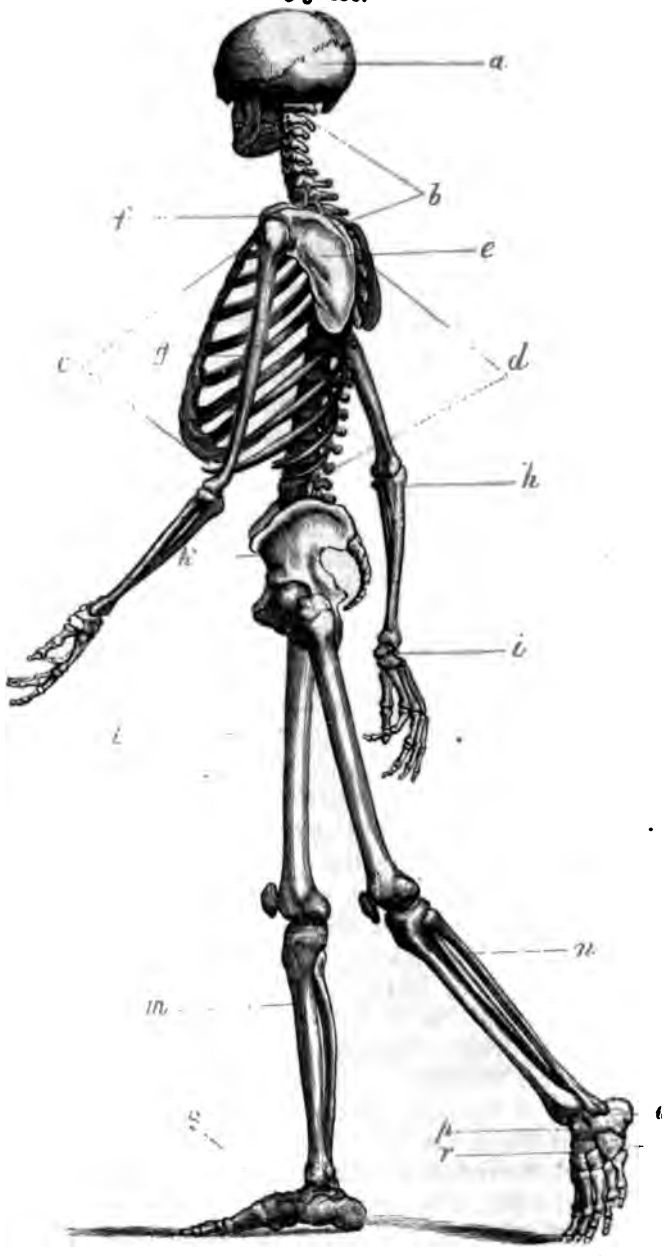
Muskeln der Wirbelsäule. — Schneidet man den Kopf über 2871
Atlas los und stellt man ihn mit seinen Gelenkflächen des Hinter-
ptes auf der oberen Ebene eines dünnen Cylinders auf, so kann man
so weit bringen, daß er sich auf seiner schmalen Unterlage im Gleich-
nicht hält und nur mit seinen verhältnißmäßig kleinen Gelenkflächen
ancirt. Er steht dann vollkommen aufrecht. Das Gesicht ist gerade-
und in kaum merklicher Weise nach oben gerichtet [1]). Es giebt mithin
Stellung, in der sich der Kopf ohne weitere Nebenhilfe auf dem ober-
Endpunkte der Wirbelsäule halten kann. Die Betrachtung des Fig. 136.
284. abgebildeten Skelettes muß uns aber bald zu der Ueberzeugung füh-
, daß diese günstige Lage ihre enggezogenen Grenzen hat. Verrückt sich
Kopf nur in geringem Maaße, so wird sein ohnedieß hoher Schwer-
kt vor die Wirbelsäule fallen. Die schwere kugelige Masse muß dann
h vorn überschlagen (Bd. I. §. 235.).

Sollen die hierdurch bedingten Uebelstände ausbleiben, so müssen 2872
fte, die von der Wirbelsäule aus an dem Hinterhaupte, in der Rich-
g von *b* nach *a* Fig. 136. ziehen, entgegenwirken. Es erklärt sich da-
, weshalb die Natur unverhältnißmäßig stärkere Muskelmassen am Na-
, als an der Vorderseite der Halswirbelsäule angebracht hat.

Die Brust, *c* Fig. 136., und der Unterleib bilden gleichsam Gewichte, 2873
vorn an der Rücken- und Lendenwirbelsäule arbeiten. Da aber auch
der bewegliche Wirbelstab die nöthigen Gegenkräfte nicht besitzt, so
ßten wiederum besondere Rückenmuskeln, die hinter *d* arbeiten, den un-
ißlichen Widerstand übernehmen. Wir werden später finden, daß diese

[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 97.

Fig. 136.

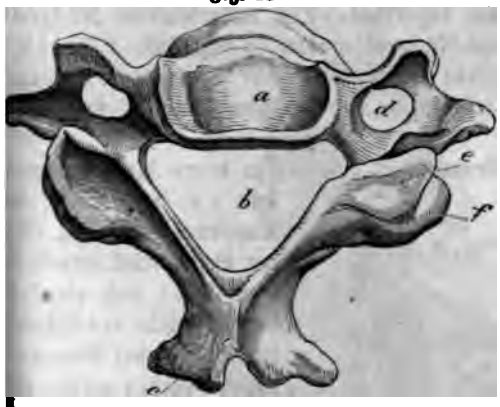


Einrichtung um so nothwendiger war, als sich manche Muskeln, die Wirbelsäule unter gewissen Bedingungen zu biegen suchen, gü Hebelverhältnisse erfreuen.

2874 So ungleichartig auch die Massen vor und hinter der Wirb vertheilt sind, so symmetrisch verhalten sich die beiden Seitenhälfte

ben. Die Dornfortsätze der Wirbel bezeichnen ungefähr die Mittellinie.

Fig. 137.



Denken wir uns z. B. eine senkrechte Ebene gerade durch die Mitte des Dornes *c* des Fig. 137. abgebildeten Halswirbels gelegt, so wird sie den Kanal des Rückenmarkes *b* und den Wirbelkörper in zwei gleiche Hälften trennen. Der Querfortsatz (bei *d*), die schiefen Fortsätze *e* und *f* und die übrigen Unebenheiten wiederholen sich zweimal in gleichem Maaße. Dasselbe kehrt für den Schädel (*a* 136.), den Brustkorb (*c*), die Schulterblätter (*e*), die Oberarme (*g*) das Becken (*k*) wieder. Sollten keine Gleichgewichtsstörungen nachg wirken, so mußten sich hier dieselben Muskeln an den beiden Seiwiederholen. Die Symmetrie war aber nicht in dem Grade gefodert, nicht auch untergeordnete Verschiedenheiten möglich geblieben wären.

Arbeiten die beiden seitlich symmetrischen Gruppen der Rückenmuskeln 2875
hseitig und mit derselben Kraft, so kann ihre Thätigkeit nur die Richg von hinten nach vorn und umgekehrt ändern. Ziehen sie sich dagein ungleichem Maaße zusammen, so werden seitliche Neigungen oder hbewegungen nach Verschiedenheit der Verhältnisse zu Stande kommen.

Die Anatomie theilt die verschiedenen Rückenmuskeln in vier Schichten. ese Trennung hat viel Künstliches an sich. Ihre scharfe Durchführung rd noch dadurch erschwert, daß man in dieser Hinsicht die mannigfachsten weichungen in den einzelnen menschlichen Leichen vorfindet. Die Natur lt vielmehr hier die Muskelmassen nach drei verschiedenen Grundjen her.

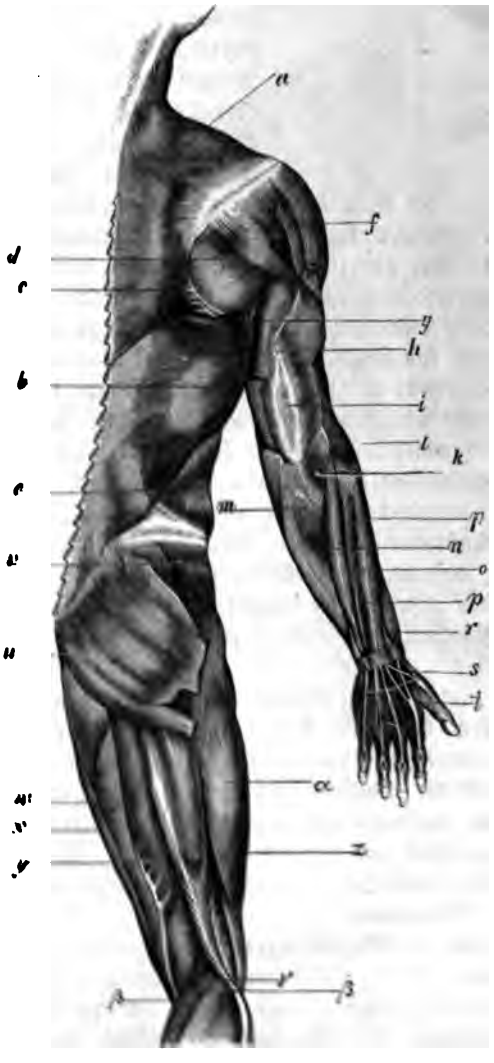
Sie verbindet manche nicht weit entfernte Punkte der beweglichen ücke der Wirbelsäule durch kurze Muskeln, die oft verhältnißmäßig k sind. Sie gewinnt so bedeutende Kräfte, beschränkt aber die Ausdehng und die Mannigfaltigkeit der Wirkung, so wie die Größe der Verzung. Die Nebenumstände bedingen es von selbst, daß hieraus kein chtheil hervorgeht. Die geraden und schiefen Kopfmuskeln, die kurzen uskeln, die sich zwischen den Querfortsätzen oder den Dornfortsätzen hinhen, gehören in diese erste Abtheilung.

Die Hauptorte, an die sich die Verkürzungsmassen anhängen, kehren n Wirbel zu Wirbel wieder. Greift die Trennung vollständig durch, so rden sich die Zahlen der beiderseitigen Angriffspunkte und der Muskelcke selbst gleichförmig wiederholen. Die Muskeln, die zwischen den Dornr den Querfortsätzen liegen (Fig. 140. S. 288. *q r*), gehorchen z. B. ser Norm am Pünktlichsten. Denken wir uns aber, eine Reihe solcher

Verkürzungsgebilde verſchmilzt gegenſeitig im Anfange oder in l
ſo haben wir einen längeren und dickeren Muskel, der eine größe
von Wirbelſtücken auf ein Mal beherrſcht. Der vielgeſpaltene
muskel (*p* Fig. 140.), der lange Rückgrathmuskel (*q* Fig. 139., *i*
die Dorn- und Halbdornmuskeln können uns dieſe Verhältniſſe
wärtigen. Die künſtlichen Trennungen und die Abweichungen
den günſtigſten Mutterboden.

Die dritte Art von Rückenmuskeln endlich, zu denen die
keln (*d* Fig.
Kappenmuskel(
der breite Rück
Fig. 138.) und
der Muskeln d
blattes und der
rechnet werden
zwar ebenfalls
Menge gleicha
belſtücke in Verb
zeichnen ſich a
aus, daß ſie ni
lenartige Maſſ
breite und verh
dünne Muskeld
Die Natur fü
die Furchen,
Wirbelſäule z
Seiten übrig l
beiden erſten
von Muskeln
dann das Ga
nöthig wird,
dritten Klaſſe
größere Ründu
und eine bedeu
nigfaltigkeit
zu erreichen.

Fig. 138.



2876 Die Bauſ
des Kopfes
Halſes (Sple
colli) (*d* Fig. 1
die zweibau
ckenmuskeln
cervicis), die d
tenen Mus
plexi) (*e n*
Fig. 140.),

[illegible] unteren ſchiefen Kopfmuskeln (Obliqui capitis superiores et [illegible]ores) (*a* Fig. 140.), die hinteren größeren und kleineren

Fig. 139.

[illegible]aden Kopfmuskeln (Recti capitis posteriores majores und mino- [illegible] (*b c* Fig. 140.) ſtrecken den Kopf nach hinten, wenn ſie auf beiden [illegible]ten mit denſelben Kräften wirken. Es bleibt dagegen ſehr zweifelhaft, [illegible]ie Kappenmuskeln (Cucullares s. Trapezii) (*z* Fig. 133., *a* Fig. 138., [illegible]g. 141.) dieſen Einfluß auszuüben vermögen. Die Nacken-Warzenmuskeln (Trachelomastoideus s. Complexus parvus) (*n* Fig. 139., [illegible]g. 140.) können den durchflochtenen Muskel unterſtützen.

Verkürzen ſich dieſe Muskeln einſeitig, ſo verrücken ſie die Querachſe 2877
Kopfes. Die Bauſchmuskeln, die durchflochtenen Muskeln, die ſchiefen die hinteren geraden Kopfmuskeln pflegen hierbei den Schädel zu [illegible]en. Der Nackenwarzenmuskel und der ſeitliche gerade Kopfmus-

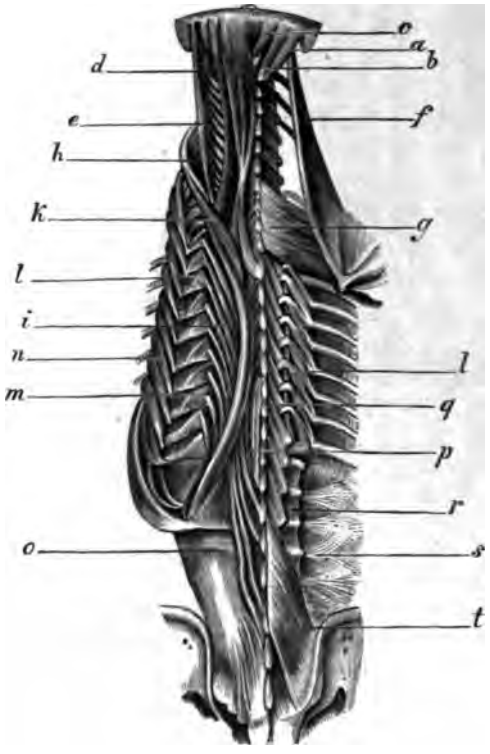
kel (Rectus capitis lateralis) ſuchen den Kopf ſeitlich herabzuziehen. verſteht ſich aber von ſelbſt, daß ſich dieſe Neigung mit der Drehung binden kann, ja mit ihr häufig vereinigen muß.

878 Der Bauſchmuskel des Kopfes, der Nackenwarzenmuskel, der ſchiefe Kopfmuskel der einen und der Kopfnicker der entgegengeſetzten leiten nach Krauſe [1]) die Zapfenwendung des Körpers des erſten u Zahnfortſatzes des zweiten Halswirbels.

Da der menſchliche Kopf auf der Wirbelſäule unter gewiſſen Bedingungen z ciren vermag und ſeiner Stellung gemäß nicht ſo ſehr, als in den Säugethie wuchtet, ſo iſt auch ſein Nackenband nur ſchwach ausgebildet. Die freien Stell ben werden zu Ausgangspunkten einzelner Muskelbündel, wie des Kappenmusk Bauſchmuskels des Halſes benutzt.

879 Nimmt man die Bauſchmuskeln aus, ſo gehören die vorzü Strecker der Wirbelſäule den beiden tiefſten Schichten der Rücken an. Viele Schriftſteller nehmen einen gemeinſchaftlichen Rückg ſtrecker (Opistothenar s. Extensor communis dorsi) (*r* Fig. 139., 140.) nach Sömme Vorgange an. E greifen unter die nennung den lang ckenmuskel (Long dorsi) (*q* Fig. 13 den Heiligbein muskel (Sacrolumb Lumbocostalis ode ger Iliocostalis Fig. 139.). Ander ben dieſelbe Wirk Gruppe der Hei Wirbelmuskeln (S nales), zu de die langen Rücken genannten Heiligb den, die aufſteige Fig. 140.) und die Nackenmuskeln (*h* F rechnen, zu [3]).

Fig. 140.



Die Streckung belſäule kann eine Reihe von Musk auf ein Mal in nehmen. Hierher die Zwiſchendor keln (Interspinal

[1]) C. F. Th. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Zweite Au Hannover, 1841. 8. S. 461.
[2]) Theile, a. a. O. S. 144.
[3]) Krause, a. a. O. S. 462.

unteren ſchiefen Kopfmuskeln (Obliqui capitis superiores et riores) (*a* Fig. 140.), die hinteren größeren und kleineren

Fig. 139.

raden Kopfmuskeln (Recti capitis posteriores majores und mino- s) (*b c* Fig. 140.) ſtrecken den Kopf nach hinten, wenn ſie auf beiden ten mit denſelben Kräften wirken. Es bleibt dagegen ſehr zweifelhaft, die Kappenmuskeln (Cucullares s. Trapezii) (*z* Fig. 133., *a* Fig. 138., Fig. 141.) dieſen Einfluß auszuüben vermögen. Die Nacken-Warzenmuskeln (Trachelomastoideus s. Complexus parvus) (*n* Fig. 139., Fig. 140.) können den durchflochtenen Muskel unterſtützen.

Verkürzen ſich dieſe Muskeln einſeitig, ſo verrücken ſie die Querachſe 2877
s Kopfes. Die Bauſchmuskeln, die durchflochtenen Muskeln, die ſchiefen d die hinteren geraden Kopfmuskeln pflegen hierbei den Schädel zu hen. Der Nackenwarzenmuskel und der ſeitliche gerade Kopfmus-

kleinern. Die Skoliosen können endlich entgegengesetzte Wirkungen in den beiden passiven Stücken der Muskulatur, zu große Kürze an den ausgehöhlten und zu bedeutende Länge an den erhabenen Seiten herbeiführen.

Es ergiebt sich hieraus, daß die Lordosen und die Skoliosen am Leichtesten aus selbstständigen Muskelverkürzungen hervorgehen werden. Haben Knochenfraß oder andere Störungen Massentheile der Wirbel aufgezehrt, so können auch z. B. am Halse die Muskeln, die vorn liegen, der kyphotischen Verkrümmung wegen ungewöhnlich verkürzt sein.

Die Sehnenbinden unterliegen nicht selten ähnlichen Veränderungen. Die Lendenrückenaponeurose (Fascia lumbodorsalis) (bei o Fig. 140.), welche die dritte und die vierte Schicht der Rückenmuskeln abschließt, liefert hierfür die häufigsten Belege.

Es läßt sich oft schwer entscheiden, inwiefern sich die Muskeln allein bei einer Verkrümmung betheiligen oder nicht. Stromeyer [1]) hat eine Form der Lordose der Lendenwirbel beschrieben, die nach ihm von einer krankhaften Verkürzung der langen Rückenmuskeln und der Heiligbein-Lendenmuskeln (Longissimi dorsi und Sacrolumbares) (y y Fig. 139., i o Fig. 140.) oder einem zu geringen Widerstande des Lendenmuskels herrührt. Die Gegend der Lendenwirbelsäule höhlt sich dann übermäßig aus. Der Mensch wird um mehrere Zoll kleiner, als er früher war; er erhält einen unsicheren wackelnden Gang. Leidet nur die eine Seitenhälfte, so stellt sich das Becken schief. Der Schenkel der kranken Seite ist vorzüglich in aufrechter, weniger dagegen in liegender Stellung verkürzt. Ein künstlicher Zug gleicht aber den Längenunterschied mit Leichtigkeit aus. Hört diese äußere Einwirkung auf, so kehrt das frühere Mißverhältniß von selbst wieder.

Stromeyer [2]) entwickelte eine Reihe eigenthümlicher Ansichten über die krankhaften Muskelverkürzungen, welche Skoliosen herbeiführen. Es werden hiernach vorzüglich die tieferen massigeren, als die oberflächlichen breiteren Muskeln, deren Hülfe die krümmenden Athembewegungen unterstützt, berücksichtigt. Stromeyer glaubte nämlich in Abrede stellen zu müssen, daß die zwischen den Querfortsätzen gelegenen Muskeln, die vielgetheilten, die Dorn- und die Halbdornmuskeln des Rückens eine nur beschränkte Gegenstellung herbeiführen. Die Verkrümmung würde sich sonst einseitiger ausdehnen, als dieses in der Wirklichkeit der Fall ist, oder es könnten sich nur einzelne Muskelköpfe verkürzen, wozu kein rechter Grund vorliegt. Die fortgesetzte chirurgische Erfahrung muß aber lehren, ob diese Gründe bindend sind oder nicht.

Der Kopfnicker (Sternocleidomastoideus) (*a b* Fig. 141.), der Kappenmuskel (Cucullaris (*z* Fig. 133., *a* Fig. 138., *c* Fig. 141.), der Schulterheber (Levator anguli scapulae) (*f* Fig. 139.) und der Rautenmuskel (Rhomboideus) (*h* Fig. 139.) betheiligen sich vorzüglich nach Stromeyer bei den schiefen Stellungen des Kopfes und des Halses. Die Rippenhalter (Scaleni) (*w* Fig. 133.) und vorzüglich der große Sägenmuskel (Serratus magnus) (*β* Fig. 141.), der als Gegenfüßler des Zwerchfelles wirkt und die Rippen nach hinten, oben und außen zieht, führen nach ihm die Skoliosen herbei. Ist der zuletzt genannte Muskel an einer Seite gelähmt, so gewinnt der der anderen Seite Hälfte das Uebergewicht. Während der Brustkasten der leidenden Hälfte einfällt und von der Achselhöhle aus nach abwärts hohl wird, bewegen sich die Rippen der anderen Seite nach oben und außen. Das seitliche Gleichgewicht der Wirbelsäule wird sich hierdurch gestört. Die Kappenmuskeln können aber ebenfalls nicht ihre volle Wirksamkeit entfalten. Der der kranken Seite wird in seiner Thätigkeit beschränkt, weil das Schulterblatt weniger befestigt ist. Der der entgegengesetzten Hälfte arbeitet dafür an den Dornfortsätzen und dreht die Wirbel um ihre Achse. Die viereckigen Lendenmuskeln (Quadrati lumborum) und die großen Lendenmuskeln (Psoae) können ebenfalls bei der Skoliosen mitwirken.

Es versteht sich von selbst, daß die Verkrümmungen nicht bloß die Länge, sondern auch die Thätigkeit der Rückenmuskeln ändern. Die Ernährungserscheinungen können in solchen Fällen beträchtlich leiden. Man findet nicht selten, daß einzelne der Muskelmassen, die ihre vorgeschriebene Wirkung verloren haben, Fett in beträchtlicher Menge

[1]) E. Stromeyer, Ueber die Paralyse der Inspirationsmuskeln, Hannover, 1836. Seite 53 — 57.

[2]) Ebendaselbst. S. 51 — 89.

ihnen, blaß, gallertartig oder fehnig werden. Es kann ſich in dieſen Fällen er-
n, daß man ihre Anſätze oder ihren Verlauf nicht mehr mit Beſtimmtheit zu er-
n im Stande iſt. Guérin*) nimmt an, daß ſich die Muskeln vorzugsweiſe in
nmaſſen verwandeln, wenn die Verbiegung urſprünglich von ihnen ſelbſt ausging.
nd ſie dagegen erſt in Folge eines Knochenleidens, ſo erblaſſen eher die Faſern
verwandeln ſich in Fett (Bd. I. §. 1722.).
laſſen ſich dieſe Erſcheinungen nach den Geſetzen der Ernährung des geſunden oder
n Körpers erklären, ſo ſtößt man auch noch nach Günther*) auf Abweichungen,
s Räthſelhaftes darbieten. Die Muskelanſätze können ſich nämlich nach ihm, wenn
nochenſtücke zu nahe zuſammenrücken, verſchieben und von den gewöhnlichen Ver-
iſen weſentlich abweichen.
haben urſprüngliche Schaltſtücke der Wirbelſäule die Verkrümmung erzeugt, ſind
irbel ſelbſt regelwidrig gebildet, gingen beträchtliche Theile derſelben durch Eite-
zu Grunde, verknöcherten die Weichgebilde, die ſie ſonſt umgaben, ſo wird die
dung in den meiſten Fällen allen Heilverſuchen ſiegreich widerſtehen. Drohen Er-
ſtörungen, die nöthige Feſtigkeit dem Skelette zu rauben, ſo vermag ſchon eine
e Behandlung glücklicher einzugreifen. Der Orthopäde findet eben ſo ein günſtiges
ſeiner Wirkſamkeit, wenn nur die Gewohnheit oder leichte nervöſe Anregungen die
Verkürzungen, welche die Verbiegung bedingen, anregten. Nur müſſen die me-
ſen und die chirurgiſchen Eingriffe, die er ſich erlaubt, den phyſiologiſchen Grund-
ſätzen entſprechen.
Die anhaltende künſtliche Dehnung auf Streckbetten kann nie mit Nutzen als ein-
Mittel gebraucht werden. Die Theile geben zwar nach; ihre Kräfte gewinnen aber
dabei, ſobald nicht andere zweckmäßige Wirkungen zu Hülfe kommen. Perſonen,
lange und zu ausſchließlich auf dieſe Weiſe behandelt worden ſind, knicken häufig
ein, ſo wie ſie ſich ſelbſt überlaſſen werden. Ihre Haltung wird unſicher; ihre
Säule verkrümmt ſich oft von Neuem und ſelbſt ſtärker als früher. Verſuche der
Heilung nur dann, wenn ſie mit den paſſenden gymnaſtiſchen Uebungen, mit der
Lüftung durch geſunde Luft, Bäder und zweckmäßige Diät verbunden werden. Die
ſogenannten Mieder mit Achſelunterſtützungen müſſen nicht ſowohl eine unmittelbare
Verbiegung der Wirbelſäule, als das nöthige Gleichgewicht der Haltung berückſich-
tigen. Ebenſo darf man nicht immer die verkürzten Muskeln auf das Gerathewohl
ſpalten. Man muß vielmehr auch im Auge behalten, ob die Störungen des
Nervenſyſtems, welche ſie herbeiführten, die krankhafte Zuſammenziehung von Neuem
hervorrufen werden oder nicht.

Die früher (Bd. I. §. 88.) erwähnten mechaniſchen Verhältniſſe kön- 2881
nen erklären, weshalb die vordere Seite der Wirbelſäule weit weniger
Biegſamkeit beſitzt, als die hintere aufnimmt. Der Hals iſt noch in dieſer
Hinſicht am Meiſten, viel weniger der Lendentheil und am Wenigſten die
Bruſt bedacht. Dieſe erhält dafür eine Reihe von Gebilden, die mittelſt
ihrer Rippen wirken können.

Arbeiten die langen Halsmuskeln (Longi colli) (y Fig. 133.) ge- 2882
meinſchaftlich, ſo beugen ſie den Halstheil der Wirbelſäule. Jeder von
ihnen kann aber auch Drehbewegungen vermitteln. Seine obere Abthei-
lung wendet ihn dann nach derſelben, ſeine untere dagegen nach der ent-
gegengeſetzten Seite. Finden die Rippenhalter (Scaleni) (w
Fig. 133.) ihre feſten Punkte an den Rippen, ſo bewegen ſie ebenfalls die
Halswirbelſäule. Der vordere beugt ſie mehr nach vorn, der mittlere und
hintere dagegen eher nach der Seite. Wirken die beiden mittleren oder

*) Guérin, in der Gazette médicale de Paris. 1840. 4. p. 365 fgg.
*) Günther, in C. C. Schmidt's Encyclopaedie der gesammten Medicin. Bd. VI.
Leipzig, 1842. 8. S. 366. 367.

die beiden seitlichen mit entsprechenden Kräften gleichzeitig, so befe… sie den unteren Theil des Halestückes der Wirbelsäule.

2883 Die vorderen geraden Kopfmuskeln (Recti capitis antici … jores und minores) neigen den Kopf nach vorn, wenn sie beiderseits … meinschaftlich arbeiten. Wirkt dagegen nur die eine Seitenhälfte … ihnen, und zwar vorzüglich der größere gerade Muskel, so wendet sich … gleich das Gesicht in geringem Grade nach seiner Seite hin.

2884 Die Gruppe der schiefen Bauchmuskeln (Obliqui abdominis … terni und interni) (γ Fig. 141.), der geraden (Recti abdominis) … der Pyramidenmuskeln (Pyramidales) kann den Oberkörper mit … der Rippen, die ihre Hebelarme bilden, nach vorn beugen. Sind die Ob… schenkel befestigt, so ist jeder der beiden großen Lendenmuskeln (Ps… majores) im Stande, ihn nach vorn zu neigen. Der kleinere Lende… muskel (Psoas minor), der überhaupt seltener vorkommt, vermag sei… größeren Nebenbuhler zu unterstützen. Der viereckige Lendenmusk… (Quadratus lumborum) sucht die Wirbelsäule nach seiner Seite zu neig…

2885 Da das Heiligbein die feste Grundlage des Wirbelstabes bilden … so wird es zwischen dem Darmbeine mittelst der Symphyse (Symphy… sacro-iliaca) fest eingekeilt. Das tiefer gelegene Steißbein dagegen, … ches dem Schwanze der Thiere entspricht, gestattet eher wiederum gerin… selbstständige Veränderungen seiner Lage. Die Muskelmassen, die es e… pfängt, bleiben jedoch schwach. Sie bilden gewissermaßen nur Spuren … mächtigen Muskulatur, die an dem Schwanze der Säugethiere vorkom…

2886 Der Krümmer des Steißbeines (Curvator coccygis s. Sacro… coccygeus anticus) und der Steißbeinmuskel (Coccygeus) können … Steißbein beugen. Der hintere Heiligbein-Steißbeinmuskel (Ex… tensor coccygis s. Sacro-coccygeus posticus) ist im Stande, vorzügli… den unteren Theil desselben in geringem Maaße nach hinten zu führen.

Die §. 2867. und §. 2880. mitgetheilten Erscheinungen, welche die Verkrümmung… der Wirbelsäule begleiten, machen es oft wünschenswerth, daß der Arzt die Muskeln … die sich in solchen Krankheitszuständen betheiligen, so genau, als es die Verhältnisse g… statten, bestimmt. Die folgende Tabelle hat zum Zweck, dieses Bemühen zu erleichtern … Sie enthält die Ursprünge und die Ansätze der Muskeln, die hier in Betracht kommen … können. Da wir dabei nur die Biegsamkeit der Wirbelsäule im Auge haben, so wurde … manche Muskeln, wie die Rippenhalter, die man sonst von den Wirbeln ausgehen läßt … so betrachtet, als wenn sie sich an sie anfügten. Berücksichtigt man die vielen Varietäten … welche diese Muskeln darbieten, erwägt man, daß die künstliche Trennung, zu der man … hier oft genöthigt ist, wesentliche Abweichungen in den Angaben veranlaßt, so wird man … zugeben, daß ein solches Verzeichniß, wenn es kein bloß subjectives Gepräge der Unter… suchungen eines einzigen Forschers an sich tragen soll, zu den schwierigsten Aufgaben d… beschreibenden Zergliederungskunde gehört. Ich bemühte mich, die drohenden Klippen … vermeiden, indem ich die häufigsten Ursprungs- und Ansatzstellen ohne Weiteres eintra… die gewöhnlichen Varietäten dagegen in Klammern einschloß. Die Uebersicht erhielt … einen Grad von Genauigkeit, der für die meisten in der Praxis vorkommenden Fäl… hinreichen dürfte. Die entsprechenden Stellen des Kopfes, des Nackenbandes und d… Beckens wurden zu gleicher Zeit der Vollständigkeit wegen berücksichtigt.

Wir haben früher (§. 2875.) gesehen, daß die gewöhnliche Sonderung der Rücke… muskeln in vier Schichten sehr viel Künstliches und Willkührliches hat. Da sie jede … wenigstens ungefähr andeuten kann, in welcher Tiefe eine Muskelmasse liegt, so be… ich die Lage, der jede angehört, mit arabischen Ziffern angegeben. Die Muskeln, …

Seite der Wirbelſäule zu dem Bruſtkorbe gehen, wurden dann mit 5 und che an der Vorderfläche liegen, mit 6 bezeichnet.

ſtück.	Nebentheil.	Muskel	
		Urſprung.	Anſatz.
aupts- n.	Grundtheil.		Recti capitis antici major und minor (6). Rectus capitis lateralis (4).
	Aeußerer Hinterhaupts- höcker.	[Cucullaris (1)].	
	Gegend der oberen halbkreisförmigen Linie.	Cucullaris (1).	Splenius capitis (2). Biventer (3). Complexus (3).
	Gegend der unteren halbkreisförmigen Linie.		Recti capitis postici major und minor (4). Obliquus capitis superior (4).
ıbein.	Zitzentheil.		Splenius capitis (2). Obliquus capitis superior (4).
	Zitzenfortſatz.	[Levator scapulae (2)].	Sternocleidomastoideus (6). Trachelomastoideus (3). [Splenius capitis (2)].
ıband.		Cucullaris (1). [Serratus posticus superior (2)]. Splenius capitis (2). [Rectus capitis posticus major (4)].	
Hals- bel.	Vorderes Tuberkulum.		Longus colli (6).
	Seitenmaſſe.	Rectus capitis anticus minor (6).	
	Querfortſatz. Vorderes Tuberkulum.	[Rectus capitus anticus major (6)]. Rectus capitis lateralis (4).	Longus colli (6). Scalenus medius (5).
	Querfortſatz. Hinteres Tuberkulum.	Rectus capitis lateralis (4). Obliquus capitis superior (4). Levator scapulae (2).	Splenius colli (2). Obliquus capitis inferior (4). [Transversalis cervicis (3)]. Trachelomastoideus (3)].
	Tuberkulum des hinterſten Theiles des Bogens.	Rectus capitis posticus minor (4). [Cucullaris (1)].	
r Hals- bel.	Körper.		Longus colli (6).
	Bogen.		Multifidus spinae (4).
	Querfortſatz.	Intertransversarii anticus u. posticus (4). Levator scapulae (2).	Scalenus medius (5). Splenius colli (2). Transversalis cervicis (3). Intertransversarius (4). [Trachelomastoideus (3)].

Hauptſtück.	Nebentheil.	Muskel	
		Urſprung.	Anſatz
	Dornfortſatz.	Rectus capitis posticus major (4). Obliquus capitis inferior (4). Spinalis cervicis (3). Interspinalis (4). [Splenius capitis (2)]. [Cucullaris (1)].	Semispinalis c Multifidus spi
	Schiefer Fortſatz.	[Multifidus spinae (4)].	
Dritter Halswirbel.	Körper.		[Longus colli
	Bogen.	[Interspinalis (4)].	Multifidus spi
	Querfortſatz.	Intertransversarii anticus u. posticus (4). Rectus capitis anticus major (6). Longus colli (6). Levator scapulae (2). Biventer (3). [Trachelomastoideus (3)]. [Complexus (3)]. [Cervicalis descendens (3)]. Multifidus spinae (4).	Scalenus medi sticus (5)]. cervicis (3). nae (4). Inte
	Dornfortſatz.	Splenius capitis (2). Spinalis cervicis (3). Interspinalis (4). [Cucullaris (1)].	Semispinalis Multifidus sp terspinalis (4
	Schiefer Fortſatz.	[Multifidus spinae (4)].	
Vierter Halswirbel.	Körper.		Longus colli
	Bogen.	[Interspinalis (4)].	Multifidus spi
	Querfortſatz.	Intertransversarius (4). Rectus capitis anticus major (6). Longus colli (6). Levator scapulae (2). Trachelomastoideus (3). Biventer (3). [Complexus (3)]. [Cervicalis descendens (3)]. Multifidus spinae (4).	Scalenus anti (5). Spleni Transversalis Intertransver
	Dornfortſatz.	Splenius capitis (2). Spinalis colli (3). Interspinalis (4). [Cucullaris (1)]. [Serratus posticus superior (2)].	Semispinalis Multifidus sp terspinalis (4
	Schiefer Fortſatz.	Multifidus spinae (4).	
Fünfter Halswirbel.	Körper.	Longus colli (6).	Longus colli (
	Bogen.	[Interspinalis (4)].	Multifidus spi
	Querfortſatz.	Rectus capitis anticus major (6). Longus colli (6). Trachelomastoideus (3). Biventer (3). [Complexus	Scaleni anticus posticus (5). cervicis (3). I sarius (4).

tück.	Nebentheil.	Muskel	
		Urſprung.	Anſatz.
		(3)]. Cervicalis descendens (3). Multifidus spinae (4). Intertransversarius (4). [Levator scapulae (2)].	
	Dornfortſatz.	Splenius capitis (2). [Spinalis cervicis (3)]. Interspinalis (4). [Cucullaris (1)]. [Serratus posticus superior (2)].	Semispinalis cervicis (3). Multifidus spinae (4). Interspinalis (4).
	Schiefer Fortſatz.	Multifidus spinae (4).	
Hals-	Körper.	Longus colli (6).	
l.	Bogen.		Multifidus spinae (4).
	Querfortſatz.	Rectus capitis anticus major (6). Longus colli (6). Trachelomastoideus (3). Biventer (3). [Complexus (3)]. [Transversalis cervicis (3)]. Multifidus spinae (4).	Scaleni anticus medius u. posticus (5). Longus colli (6). Intertransversarius (4). [Transversalis cervicis (3)].
	Dornfortſatz.	[Rhomboideus minor (2)]. Splenius capitis (2). Serratus posticus superior (2). Spinalis cervicis (3). Interspinalis (4). [Cucullaris (1)].	Semispinalis (cervicis und) dorsi (3). Multifidus spinae (4). Interspinalis (4).
	Schiefer Fortſatz.	Multifidus spinae (4).	
ter	Körper.	Longus colli (6).	
bel.	Bogen.		Multifidus spinae (4). [Rotator dorsi (4)].
	Querfortſatz.	Trachelomastoideus (3). Biventer (3). Complexus (3). Transversalis cervicis (3). [Semispinalis cervicis (3)]. Multifidus spinae (4). Intertransversarius (4). Levator costarum brevis I. (5).	Scaleni medius und posticus (5). Longus colli (6). Sacrolumbaris (3). Intertransversarius (4). [Transversalis cervicis (3)].
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). Splenius capitis (2). Rhomboideus minor oder major (2). Serratus posticus superior (2). Spinalis cervicis (3). Interspinalis (4).	Semispinalis dorsi (3). Multifidus spinae (4). Interspinalis (4).
	Schiefer Fortſatz.	Multifidus spinae (4).	
ücken-			
l.	Körper.	Longus colli (6).	

[illegible]	[illegible]	Muskel	
		Ursprung.	Ansatz.
	Bogen.		Multifidus spinae [illegible] tator (4).
	Querfortsatz.	Trachelomastoideus (3). Transversalis cervicis (3). Biventer (3). Complexus (3). [Semispinalis cervicis (3) Multifidus spinae (4)]. [Intertransversarius (4)]. Levator costarum brevis II. (5). [Rotator (4)].	Fasciculus intern[illegible] gissimi dorsi (3 transversarius (4
	Dornfortsatz.	Cucullaris (1). Splenius capitis (et colli) (2). Rhomboideus minor oder major (2). Serratus posticus superior (2). [Biventer cervicis (3)]. [Spinalis cervicis (3)]. Interspinalis (4).	Semispinalis dorsi tifidus spinae (4 spinalis (4).
Zweiter Rückenwirbel.	Körper.	Longus colli (6).	
	Bogen.		Multifidus spinae tator (4).
	Querfortsatz.	Levator costarum brevis III. (5). [Biventer cervicis (3)]. Sonst wie am ersten Rückenwirbel.	Wie an dem erste wirbel.
	Dornfortsatz.	Cucullaris (1). [Splenius capitis (2)]. [Splenius colli (2)]. [Rhomboideus major (2)]. Serratus posticus major (2). Interspinalis (4).	[Spinalis cervicis nalis u. Semispi (3). Multifidus s Interspinalis (4).
Dritter Rückenwirbel	Körper.	[Longus colli (6)].	
	Bogen		Multifidus spinae tator (4).
	Querfortsatz.	Levator costarum brevis IV. Sonst wie an dem zweiten Rückenwirbel.	Wie an dem erste wirbel.
	Dornfortsatz.	Cucullaris (1). [Splenius capitis (2)]. Splenius cervicis (2). Rhomboideus major (2). Interspinalis (4).	Wie an dem zweite wirbel.
[illegible]	[illegible]		Multifidus spinae [illegible] (4)
	[illegible]	[illegible]	Wie an dem erste wirbel.
	[illegible]	[illegible]	Wie an dem zweite wirbel.

tſtück.	Nebentheil.	Muskel	
		Urſprung.	Anſatz.
ſter Wirbel.	Bogen.		Multifidus spinae (4). Rotator (4).
	Querfortſatz.	Levator costarum brevis VI. (5). Biventer (3). [Complexus (3)]. Semispinalis colli (3). [Transversalis cervicis (3)]. Multifidus spinae (4). Intertransversarius (4).	Wie an dem erſten Rückenwirbel.
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). Rhomboideus major (2) [Interspinalis (4)].	Wie an dem zweiten Rückenwirbel.
ter Wirbel.	Bogen.		Multifidus spinae (4). Rotator (4).
	Querfortſatz.	Levator costarum brevis VII. (5). Biventer (3). [Complexus (3).] [Transversalis cervicis (3)]. [Semispinalis colli (3)]. Semispinalis dorsi (3). Multifidus spinae (4). Intertransversarius (4).	Wie an dem erſten Rückenwirbel.
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). [Splenius colli (2)]. [Interspinalis (4)].	Spinalis dorsi (3). Multifidus spinae (4). Interspinalis (4).
ter Wirbel.	Bogen.		Multifidus spinae (4). Rotator (4).
	Querfortſatz.	Levator costarum brevis VIII. u. longus I. (5). Biventer (3). [Complexus (3)]. [Semispinalis cervicis (3)]. Semispinalis dorsi (3). [Longissimus dorsi (3)]. Multifidus spinae (4). Intertransversarius (4).	Wie an dem erſten Rückenwirbel.
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). Interspinalis (4).	Wie an dem ſechſten Rückenwirbel.
er Wirbel.	Bogen.		Multifidus spinae (4). Rotator (4).
	Querfortſatz.	Levator costarum brevis IX. und longus II. (5). [Longissimus dorsi (3)]. [Biventer (3)]. [Semispinalis cervicis (3)]. Semispinalis dorsi (3). Multifidus spinae (4). [Intertransversarius (4)].	Wie an dem erſten Rückenwirbel.
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). Interspinalis (4).	Wie an dem ſechſten Rückenwirbel.

Hauptſtück.	Nebentheil.	Muskel	
		Urſprung.	Anſatz.
Neunter Rückenwirbel.	Bogen.		Multifidus spinae (4 tator (4).
	Querfortſatz.	Levator costarum brevis X. u. longus III. (5). Sonſt wie an dem achten Rückenwirbel.	Wie an dem erſten wirbel.
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). Latissimus dorsi (1). [Interspinalis (4)].	[Spinalis dorsi (3)] fidus spinae (4). spinalis (4).
Zehnter Rückenwirbel.	Bogen.		Multifidus spinae (tator (4).
	Querfortſatz.	Levator costarum brevis XI. u. longus IV. (5). Sonſt wie an dem achten Rückenwirbel.	Wie an dem erſten wirbel.
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). Latissimus dorsi (1). [Spinalis dorsi (3)]. [Interspinalis (4)].	Multifidus spinae (terspinalis (4)].
Eilfter Rückenwirbel.	Bogen.		Multifidus spinae (tator (4).
	Querfortſatz.	Levator costarum brevis XII. (5). Semispinalis dorsi (3). [Longissimus dorsi (3)]. Multifidus spinae (4). Intertransversarius (4).	Wie an dem erſten wirbel.
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). Latissimus dorsi (1). Serratus posticus inferior (2). Spinalis dorsi (3). Interspinalis (4).	Multifidus spinae (terspinalis (4).
	Körper.	Psoas major (6).	[Quadratus lumbor
Zwölfter Rückenwirbel.	Bogen.		Multifidus spinae (tator (4).
	Querfortſatz.	[Longissimus dorsi (3)]. [Semispinalis dorsi (3)]. Multifidus spinae (4). Intertransversarius (4).	Wie an dem erſten wirbel.
	Dornfortſatz.	Cucullaris (1). Latissimus dorsi (1). Serratus posticus inferior (2). Spinalis dorsi (3). Interspinalis (4).	Multifidus spinae (4 spinalis (4).
Erſter Lendenwirbel.	Körper.	Aeußerer Schenkel des Zwerchfelles. Psoas major u. minor (6).	
	Bogen.		Multifidus spinae (4
	Querfortſatz.	Aeußerer Schenkel des Zwerchfelles. Psoas major (6). [Longissimus dorsi (3)]. [Semispinalis dorsi	Quadratus lumbor Sacrospinalis (3). transversarius (4).

ptſtück.	Nebentheil.	Muskel	
		Urſprung.	Anſatz.
		(3)]. Intertransversarius (4). Transversus abdominis.	
	Dornfortſatz.	[Serratus posticus inferior (2)]. Sacrospinalis (3). Spinalis dorsi (3). Interspinalis (4).	Multifidus spinae (4). Interspinalis (4).
	Nebenfortſätze.	Multifidus spinae (4). Interaccessorii (4).	[Longissimus dorsi (3)].
eiter wirbel.	Körper.	Mittlerer Schenkel des Zwerchfelles. Psoas major (6).	
	Bogen.		Multifidus spinae (4).
	Querfortſatz.	Psoas major (6). Intertransversarius (4). Transversus abdominis.	Wie an dem erſten Lendenwirbel.
	Dornfortſatz.	Wie an dem erſten Lendenwirbel.	Wie an dem erſten Lendenwirbel.
	Nebenfortſätze.	Desgl.	Desgl.
itter wirbel.	Körper.	Innerer Schenkel des Zwerchfelles. Psoas major (6).	
	Bogen.		Multifidus spinae (4).
	Querfortſatz.	Wie an dem zweiten Lendenwirbel.	Wie an dem erſten Lendenwirbel.
	Dornfortſatz.	Wie an dem erſten Lendenwirbel, nur oft noch mit Ausnahme des Spinalis dorsi.	Desgl.
	Nebenfortſätze.	Wie an dem erſten Lendenwirbel.	Desgl.
erter nwirbel.	Körper.	Wie an dem dritten Lendenwirbel.	Wie an dem dritten Lendenwirbel.
	Bogen.		Multifidus spinae (4).
	Querfortſatz.	Wie an dem zweiten Lendenwirbel.	Wie an dem erſten Lendenwirbel.
	Dornfortſatz.	Sacrospinalis (3). Interspinalis (4).	Desgl.
	Nebenfortſätze.	Wie an dem erſten Lendenwirbel.	Desgl.
ünfter enwirbel.	Körper.	Psoas major (6).	
	Bogen.		Multifidus spinae (4).
	Querfortſatz.	Psoas major (6). [Iliacus internus (6)]. Intertransversarius (4).	Sacrospinalis (3). Intertransversarius (4).
	Dornfortſatz.	Wie an dem vierten Lendenwirbel.	Wie an dem vorigen Lendenwirbel.

Hauptſtück.	Nebentheil.	Muskel	
		Urſprung.	Anſatz.
	Nebenfortſätze.	Wie an dem erſten Lendenwirbel.	Desgl.
Heiligbein.	Vorderfläche.	[Iliacus internus]. Pyriformis. Curvator coccygis (6).	
	Hinterfläche.	Glutaeus maximus. Sacrospinalis (3). Multifidus spinae (3). Intertransversarius (4). [Extensor coccygis].	
Steißbein.	Vorderfläche.	Curvator coccygis (6). Coccygeus (6). Sphincter ani externus.	
	Hinterfläche.	Extensor coccygis.	
Darmbeinkamm.		Latissimus dorsi (1). Sacrospinalis und insbeſondere Iliocostalis (3). Multifidus spinae (4). Quadratus lumborum (5). Obliqui und Transversus abdominis.	
Lenden-Nackenaponeuroſe.		Serratus posticus inferior (2). Longissimus dorsi u. Iliocostalis (3). [Obliquus abdominis internus und Transversus abdominis]. [Multifidus spinae (4) u. Semispinalis (3)].	

2887 Bruſtkorb. — Während der Rückentheil der Wirbelſäule de Mittelſtab des Ganzen bildet, ſchlingen ſich die zwölf Rippen als bewegliche Reifen um die Seitentheile der Bruſthöhle. Ihre K ſind dabei mit den ſeitlichen Vertiefungen der Wirbelkörper gelen bunden. Die Querfortſätze werden aber noch für die zehn oberſten um es zu verhindern, daß kein unpaſſendes Ausweichen, vorzügl hinten, möglich werde. Die Höcker jener Rippen verbinden ſi ebenfalls gelenkig mit den queren Fortſätzen, um eine beſchränkte lichkeit zu geſtatten.

2888 Wir haben ſchon früher (Bd. I. §. 1210.) kennen gelernt, Nutzen die Rippenknorpel darbieten. Der zweite bis ſiebente verbi gelenkig mit dem Bruſtbeine, um eine deſto größere Erweiterung de höhle möglich zu machen. Da ſich jeder der drei folgenden Rippe an das nächſt höher gelegene gleiche Stück anfügt, ſo bleibt auch n Beweglichkeit in dem nöthigen Maaße beſchränkt. Dieſe Vorſichtsm ſcheint für die ſo kurzen und tief gelegenen letzten Rippen überflü weſen zu ſein.

Das ſchwammigte Bruſtbein, welches das vordere Schlußſtück der 2889
Bruſthöhle bildet, beſitzt einen nicht unbedeutenden Grad von Federkraft. Es giebt daher äußeren Gewalten leichter nach und bricht ſelbſt nicht immer in Menſchen, die durch das Rad hingerichtet werden.

Die Symmetrie des Bruſtkorbes geht häufig durch die verſchiedenartigſten Leiden Grunde. Leidet die eine Lunge, verliert die eine Hälfte der Bruſt einen Theil ihrer leichgebilde, ſo flacht ſich nicht ſelten der Rippenkorb an dieſer Seite ab. Verkrümmungen der Wirbelſäule und vorzüglich des Rückenſtückes derſelben verſchieben auch die ippen. Selbſtſtändige regelwidrige Biegungen derſelben und krankhafte Formverhältſſe des Bruſtbeines können noch hier, wie bei Knochenerweichungen und ähnlichen iden hinzukommen. Eine ausführliche Beſchreibung der mannigfachen abweichenden erhältniſſe, welche die Bruſt in den verſchiedenen Krümmungsformen der Wirbelſäule rbietet, findet ſich in: C. Rokitansky, Handbuch der pathologischen Anatomie. l. II. Wien, 1842. 8. S. 275 — 278. Die Art, wie ſich hierbei die Muskeln verlten, verdient noch genauer unterſucht zu werden.

Das Bruſtbein kann mit oder ohne die Hautbedeckungen von der Geburt an man n. Fälle, in denen dann das Herz durch eine Bruſtſpalte vorfiel, ſind ſchon Bd. I. 899. angeführt worden.

Da die knöchernen Rippen ſchief von hinten und oben nach vorn und 2890
ten hinabgehen (Fig. 136. S. 284.), ſo werden ſie das Bruſtbein, ſo ie ſie der waagerechten Richtung bei ihrer Hebung näher kommen, vor ſich rſtoßen und von der Wirbelſäule entfernen. Der Durchmeſſer des Bruſtrbes muß daher von vorn nach hinten zunehmen. Die Rippen können h aber auch in beſchränktem Maaße um ihre Achſe drehen, ſo daß ſich ihr ittelttheil in die Höhe und ihr Unterrand nach außen wendet. Dieſe Bezungsweiſe wird die Bruſt von vorn nach hinten und zugleich von einer eite zur anderen erweitern. Die Wirkungsgröße, welche dieſe Verrüngen möglich machen, nimmt übrigens im Allgemeinen von oben nach ten hin zu.

Die Veränderungen, denen der Bruſtkorb bei dem Athmen unterliegt, id die Mukeln, die ſich hierbei betheiligen, ſind ſchon in der Lehre von m Athmen (Bd. I. §. 1228 fgg.) erläutert worden.

Die folgende Tabelle giebt uns eine Ueberſicht der vorzüglichſten Muskeln, die ſich die einzelnen Theile des Bruſtkaſtens, an die Rippen, das Schlüſſelbein und das ruſtbein anhängen. Die unbeſtändigeren Verhältniſſe ſind wiederum durch die beigeigten Klammern angedeutet worden.

Knochen	Heber.	Antagoniſten der Heber.
Erſte Rippe.	Scalenus anticus u. medius (Scalenus posticus). Levator costarum brevis I. (Serratus anticus). (Serratus posticus superior). (Cervicalis descendens). Subclavius.	Intercostales externus u. internus. Subcostalis (?).
Zweite Rippe.	Intercostales externus u. internus. (Subcostalis). Scalenus medius u. posticus. Levator costarum brevis II. Serratus anticus. Pectoralis major. Serratus posticus superior. (Cervicalis descendens). (Levator scapulae).	Intercostalis. Subcostalis. Triangularis sterni. (Fasciculus externus longissimi dorsi).

Knochen.	Heber.	Antagoniſten der Heber.
Dritte Rippe.	Intercostalis (Subcostalis). Levator costarum brevis III. Serratus anticus. Pectoralis major u. minor. Serratus posticus superior. Cervicalis descendens.	Intercostalis. Subcostalis. Triangularis sterni. (Longissimus dorsi). (Rectus abdominis).
Vierte Rippe.	Intercostalis (Subcostalis). Levator costarum brevis IV. Serratus anticus. Serratus posticus superior. Cervicalis descendens. Pectoralis major u. minor.	Intercostalis. (Subcostalis). Triangularis sterni. (Longissimus dorsi). (Rectus abdominis). (Obliquus abdominis externus).
Fünfte Rippe.	Intercostalis. (Subcostalis). Levator costarum brevis V. Serratus anticus. Serratus posticus superior. Cervicalis descendens. Pectoralis major u. minor.	Intercostalis. Subcostalis. Triangularis sterni. Longissimus dorsi. Obliquus abdominis externus. Rectus abdominis.
Sechſte Rippe.	Intercostalis. Subcostalis. Levator costarum brevis VI. Serratus anticus. (Serratus posticus superior). Cervicalis descendens. Pectoralis major.	Intercostalis. Subcostalis. (Triangularis sterni). Longissimus dorsi. Sacrolumbaris. Obliquus abdominis externus. (Transversus abdominis).
Sieb. Rippe.	Intercostalis. Subcostalis. Levator costarum brevis VII. Serratus anticus. Pectoralis major. (Cervicalis descendens). Diaphragma.	Intercostalis. Subcostalis. (Triangularis sterni). Longissimus dorsi. Sacrolumbaris. Obliquus externus (u. internus). Rectus abdominis. (Transversus abdominis).
Achte Rippe.	Intercostalis. Subcostalis. Levator costarum brevis VIII. Serratus anticus. (Cervicalis descendens). Diaphragma.	Intercostalis. Subcostalis. Longissimus dorsi. Sacrolumbaris. Obliquus externus (u. internus). Rectus abdominis. Transversus abdominis.
Neunte Rippe.	Intercostalis. Subcostalis. Levator costarum brevis IX. Levator costarum longus I. Serratus anticus. (Cervicalis descendens). Diaphragma. (Latissimus dorsi).	Intercostalis. Subcostalis. Longissimus dorsi. Sacrolumbaris. Serratus posticus inferior. Obliquus abdominis externus (und internus). (Transversus abdominis).
Zehnte Rippe.	Intercostalis. Subcostalis. Levator costarum brevis X. Levator costarum longus II. (Cervicalis descendens). Diaphragma. Latissimus dorsi.	Intercostalis. Subcostalis. Longissimus dorsi. Sacrolumbaris. Serratus posticus inferior. Obliqui externus und internus abdominis. (Transversus abdominis).
Eilfte Rippe.	Intercostalis. Subcostalis. Levator costarum brevis XI. Levator costarum longus III. Diaphragma. Latissimus dorsi.	Intercostalis und Subcostalis. Longissimus dorsi. Sacrolumbaris. Serratus posticus inferior. Obliqui abdominis externus und internus. (Transversus abdominis).
Zwölfte Rippe.	Intercostalis. Subcostalis. Levator costarum brevis XII. Levator costarum longus IV. Diaphragma. Latissimus dorsi.	Longissimus dorsi. Sacrolumbaris. Serratus posticus inferior. Obliqui abdominis externus und internus. (Transversus abdominis). Quadratus lumborum.
Handgriff des Bruſtbeines.	Sternocleidomastoideus. Sternohyoideus. Sternothyreoideus.	

a.	Heber.	Antagoniſten der Heber.
›es es.	Pectoralis major.	Triangularis sterni.
t«	Diaphragma.	Triangularis sterni. Rectus abdominis.
›in.	Sternocleidomastoideus. Cucullaris. Pectoralis major. Subclavius (für die erſte Rippe).	Deltoideus (faſt nur für Oberarm und Schulter beſtimmt).

uchmuskeln. — Die Erſcheinungen der Bauchpreſſe führten 2891
i zu der Darſtellung der Einflüſſe, welche das Zwerchfell und die
skeln auf die Unterleibshöhle ausüben (Bd. I. §. 533.). Drü-
ſchiefen [γ Fig. 141.] und die queren Bauchmuskeln
43.] (Obliqui abdominis externus und internus und Transversi
is) die Bauchhöhle ſeitlich und von hinten her zuſammen, ſo er-
e geraden (Recti abdominis) [δ Fig. 141.] einen Gegendruck,
ht die Bauchdecken in unzweckmäßiger Weiſe nach vorn hervor-
Die Preſſung vertheilt ſich auf dieſe Weiſe auf den ganzen Um-
Bauchdecken. Wirkt nur einer der äußeren ſchiefen Bauchmus-
ann er zur ſeitlichen Neigung des Rumpfes beitragen. Die Art,
die Bauchmuskeln bei der Beugung der Wirbelſäule betheiligen,
§. 2884. erläutert worden.

skeln des Beckenausganges. — Der Maſtdarm, die Ge- 2892
›erkzeuge und die Harnblaſe erhalten hier eine eigene Reihe von
luskeln, von denen ein Theil gleich einer fleiſchigen Scheidewand
unteren Beckenausgang geſpannt iſt. Der Afterheber (Le-
i) zieht das untere Ende des Maſtdarmes, die Vorſteherdrüſe
tiefſten Theil des Steißbeines in die Höhe und kann vielleicht
Schluß des Afters unterſtützen. Der äußere Afterſchlie-
›incter ani externus) verengt nicht bloß die Aftermündung, ſon-
gt auch die benachbarten Hautwülſte, ſo wie er kräftiger wirkt
I. §. 567.), näher zuſammen. Es iſt dagegen für jetzt noch un-
›en Thätigkeitsbezirk der queren Dammmuskeln (Transversi
mit Beſtimmtheit anzugeben. Die Einen ſchreiben ihnen eine
Wirkung, wie dem Afterheber zu, während Andere annehmen,
en Einfluß des Harnſchnellers, des Harnröhren- und des Schei-
ers unterſtützen.

Harnblaſenmuskel (Depressor vesicae s. Vesicalis) zieht 2893
nach abwärts und unterſtützt ſo in gewiſſen Fällen das Harn-
›d. I. §. 1571.). Der Harnſchnürer (Constrictor urethrae
›aceae) drückt den häutigen Theil der Harnröhre zuſammen und
etwas verkürzen.

Harnſchneller (Bulbo-cavernosus) wirkt bei ſeiner Zuſam- 2894
ng auf die Zwiebel und das Maſchengewebe der Harnröhre.
hierdurch den Querſchnitt derſelben verengern und Flüſſigkeiten,

die in ihr enthalten sind, austreiben helfen. Der Ruthensteifer (cavernosus) preßt die tiefen Blutadern des männlichen Gliedes, betheiligt sich auf diese Weise bei der Steifung des Gliedes, wie der Zeugungslehre sehen werden. Der Hodenmuskel (Cremaster) zieht den Hoden gegen den Bauchring empor. Der Scheidenschnürer (Constrictor cunni) verengert das Scheidenrohr und drückt auf die Adern des Fachgewebes des Vorhofes.

2895 Biegungsgröße des Rumpfes. — Die Krümmungsbögen, welche dem Rumpfe und dem Kopfe möglich sind, wechseln in ziemlich weiten Grenzen von Person zu Person. W. und Ed. Weber[1], welche Versuche an zwei Menschen anstellten, fanden 147° und 145° für Hüft- und Brustbein und 83° und 85° für Brust- und Kreuzbein. Die Neigung der Scheitel ergaben mithin 230° bis 260°.

Krause[2] nimmt an, daß Kopf und Hals zusammen um 75° nach vorn und hinten und um 45° bis 50° nach den Seiten von der senkrechten Linie abweichen kann. Die Drehung beträgt 65° bis 70°.

Prüfte ich diese Erscheinungen an einem 21jährigen und einem 50jährigen Manne, nach dem für die Biegungsverhältnisse der Wirbelsäule gegebenen Verfahren, so erhielt ich 62° bis 72° für die Neigung des Rumpfes und Kopfes nach vorn und 105° für die möglichst starke Neigung nach hinten. Der Gesammtwerth der Maximalkrümmungen stieg auf 167° bis 177°.

2896 Wir haben früher (§. 2870.) gesehen, daß die Seitenwendung des Kopfes nur 45° erreicht, wenn sich hierbei bloß das Zapfengelenk mit den ersten Halswirbel betheiligt. Drehten dagegen die beiden erwähnten Männer den Kopf mit dem Halse auf das Nachdrücklichste, daß die Halsmuskeln zu schmerzen anfingen, so glich der Gesammtwerth 160°. Jede Seite nahm daher 80° in Anspruch.

2897 Knochen und Muskeln des Schultergerüstes und des Armes. — Der Arm besitzt zwei knöcherne Gürtelstücke, ein größeres befestigtes, das Schlüsselbein, und ein beweglicheres, das Schulterblatt. Jenes hält das Schultergelenk in der gehörigen Entfernung vom Brustkasten und bildet so eine Art von Stemmwerkzeug für die Ortsveränderungen des Armes. Das Schulterblatt dagegen folgt oft bis zu einem gewissen Grade nach. Seine vielen Muskeln lassen die mannigfachsten Arten der Befestigung möglich. Die auf den Knochenoberflächen, die es darbietet, gestatten es, daß von ihnen starke Muskelfasern und daher kräftig wirkende Muskelmassen ausgehen. Einige der Schultermuskeln heften sich in einer verhältnißmäßig bedeutenden Entfernung von den Stützpunkten der Knochen an und gewinnen einen günstigen Wirkungskreis.

2898 Ein Theil des Kappenmuskels (Cucullaris) [c Fig. 1] heftet an das Schlüsselbein, ein anderer an das Schulterblatt. Findet

---

[1] W. u. Ed. Weber, a. a. O. Seite 101.
[2] Krause, a. a. O. S. 461. 462.

an dem Kopfe, der Wirbelsäule und dem Nackenbande, so wird
ürzung die Schulter emporzuführen suchen. Wirkt der Oberarm
festigte Theil, so können der große Brustmuskel (Pectoralis
Fig. 141. S. 306.) und der Armheber (Deltoideus) (*e* Fig. 141.)
sselbein herabziehen. Der Schlüsselbeinmuskel (Subclavius)
i Stande, diese Wirkung zu unterstützen. Die Schulter senkt
gerade herab oder tritt etwas nach vorn vor. Trägt sich auch
rzung des Kopfnickers (Sternocleidomastoideus) (*a b* Fig.
das Schlüsselbein über, so bezieht sich doch die Wirkung mehr
bung der Brust, als auf die der Schulter allein.

können die Muskeln, die sich an das Schulterblatt anfügen, in 2899
lbtheilungen trennen. Die eine benutzt nur dasselbe als feste
telle, wirkt aber nicht auf dessen Ortsveränderung selbst ein.
ulter-Zungenbeinmuskel (Omohyoideus) (§. 2843.) (*α*
und der bisweilen vorhandene Hackenfortsatzmuskel (Co-
alis), welcher die Halsfascie anspannt, gehören zu dieser Klasse.
weite umfaßt diejenigen Muskeln, welche das Schulterblatt bei
Arme verrücken und es in bestimmten Lagen feststellen. Der
l des Kappenmuskels (Cucullaris) (*a* Fig. 138.) führt es
Der Schulterheber (Levator scapulae) (*f* Fig. 139. und
: den oberen und inneren Winkel desselben in die Höhe und be-
so bei dem Achselzucken. Die Rautenmuskeln (Rhomboidei
minor) (*h* Fig. 139.) vertreten den Zug nach innen und oben,
Kappenmuskel (Cucullaris) (*a* Fig. 138.) den nach innen
ntere Theil desselben den nach unten. Der kleinere Brust-
Pectoralis minor) endlich bringt die Schulter nach vorn, innen
und der vordere Sägemuskel (Serratus anticus) (*β* Fig.
g. 143. S. 319.) nach vorn und außen.

ritte Abtheilung der Schultermuskeln, zu welcher der Arm-
ltoideus) (*d* Fig. 131., *f* Fig. 138., *e* Fig. 141.), die beiden
Muskeln (Teres major und minor) (*l m* Fig. 139.), der obere
itere Gräthenmuskel (Supra- u. Infraspinatus) (*i k* Fig. 139.),
schulterblattmuskel (Subscapularis), der zweiköpfige
l.) und der Hacken-Armmuskel (*h* Fig. 141.) (Biceps bra-
oracobrachialis), so wie der lange Theil des dreiköpfigen
els (Caput longum tricipitis) (*u* Fig. 139.) gehören, wirkt
el auf den Oberarm und benutzt das Schulterblatt zu dem
unkte ihrer Thätigkeit. Findet ausnahmsweise das Entgegen-
att, so kann z. B. der Armmuskel die Schulterknochen fest-
n, der Unterschulterblattmuskel das Schulterblatt nach vorn und
en und der dreiköpfige Armmuskel dasselbe gegen den befestigten
inüberziehen.

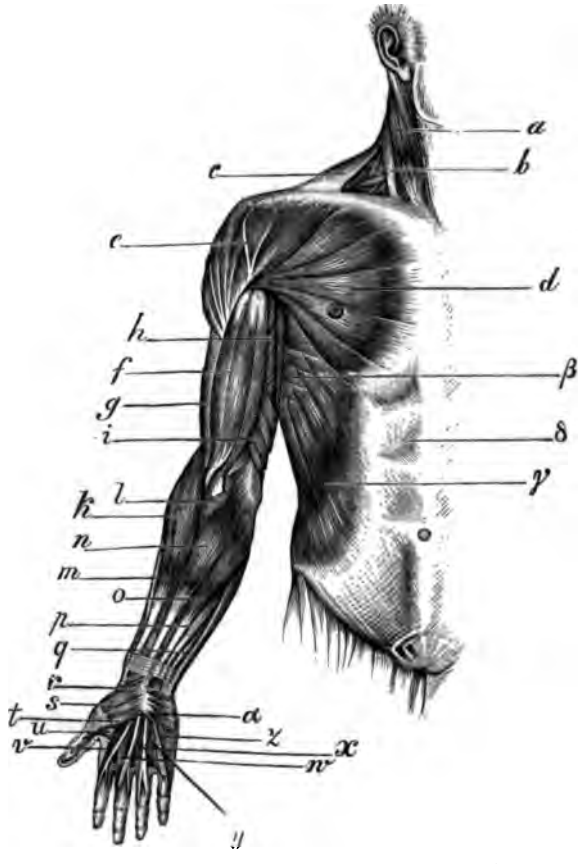
Schultergelenk bildet das freieste Drehgelenk unseres Kör- 2900
verdanken es vorzugsweise seiner Einrichtung, daß wir jeden

, a. a. O. S. 377.

Theil unſeres Körpers wenigſtens mit den Fingern der einen S rühren können. Der ſeitlich geneigte, faſt kugelige Gelenkkopf de armes ſpielt an der bedeutend kleineren Gelenkfläche des Schult Die ſchlaffe Gelenkkapſel geſtattet einen weiten Spielraum. Die theil machte es unmöglich, daß ſtraffe feſte Bandmaſſen da ſicherten. Das Nebenband (Ligamentum accessorium humeri) k einen geringen Schutz gewähren. Die ſtarken Muskelmaſſen, w Gelenk umgeben, mußten die Hauptrolle übernehmen. Gewann die Beweglichkeit unter regelrechten Verhältniſſen, ſo erzeugte ſi der Nachtheil, daß äußere Gewalten leichter, als an anderen D renkungen herbeiführen. Der Oberarmkopf findet dann nur einen Widerſtand an dem vorderen dreieckigen Schulterblattbande (Ligamen co-acromiale), kann aber ſonſt in den verſchiedenſten Richtungen a

2901 Der **Armheber** (Deltoideus) (*e* Fig. 141.) führt den Obe oben und außen. Er kann hierbei von dem **Obergräthe** (Supraspinatus) (*i* Fig. 139.) und vielleicht auch von dem **Hac**

Fig. 141.



muskel
brachialis)
141.) unte
den. Sei
Abtheilung
im Stande
nach vorn
hintere, ih
ten zu we
kommt auc
vor, daß
Faſern di
kels zur G
der Schult
Sie könne
ſcheinlich i
Grade anf

2902 Der **gro**
muskel
major) (*d*
der **breit**
muskel
dorsi) (*b*
die **rund**
keln (Te
und minor
139.) und
terſchult
muskel
laris) über

ikung des Oberarmes. Ist er befestigt, so sind der Hacken-Arm-
skel (Coracobrachialis) (*h* Fig. 141.), der kurze Theil des zwei-
ßig. 141.) und der lange des dreiköpfigen Armmuskels (*u* Fig.
).) (Caput breve bicipitis und Caput longum tricipitis) im Stande, die
ntfernung von Arm und Rumpf zu verkleinern.

Die Bewegung des Oberarmes nach vorn ist vor Allem der vorderen 2903
Theilung des Armhebers (Deltoideus) (*e* Fig. 141.), dem größeren
ruſtmuskel (Pectoralis major) (*d* Fig. 141.) und dem Hacken-Arm-
uskel (Coraco-brachialis) (*h* Fig. 141.), die nach hinten dem hinteren
eile des Armhebers (*f* Fig. 138.), dem großen runden Muskel
eres major) (*m* Fig. 139.) und dem breiten Rückenmuskel (Latis-
us dorsi) (*b* Fig. 138.) übertragen. Der Unterschulterblatt-
iskel (Subscapularis) und zum Theil der größere Brustmuskel,
große runde Muskel und der breite Rückenmuskel rollen ihn
hinnen, der obere und der innere Gräthenmuskel dagegen (Su-
spinatus und Infraspinatus) (*i k* Fig. 139.), der kleine runde (Te-
minor) (*l* Fig. 139.) und vielleicht der Hacken-Armmuskel (Co-
-brachialis) (*h* Fig. 141.) nach außen. Der größte Theil von diesen
en Arten von Drehmuskeln hält vorzugsweise den Oberarm, in Ver-
ung mit dem Armheber, in dem Schultergelenke zurück.

Das untere Ende des Oberarmes vereinigt sich mit dem obersten 2904
cke des Ellenbogenbeines in einem festen Gelenke, dem der Ellenbogen-
ren als Sperrhacken dient. Das Ganze ist für die einseitige Bewe-
g der Beugung und der Streckung berechnet. Die Speiche betheiligt
hierbei so wenig als möglich. Ihre vertiefte Fläche gleitet an dem
ölbten Köpfchen (Eminentia capitata) des Oberarmes hin und her.
Eine andere Einrichtung dagegen macht die Drehung um die Längen-
e möglich. Das Köpfchen der Speiche spielt oben in dem kleineren
mondförmigen Ausschnitte des Ellenbogens (Fig. 136.) in waagerechter
tung. Der halbmondförmige Ausschnitt des Radius dagegen umfaßt
n den entsprechenden Theil des Kopfes der Ellenbogenröhre. Da die
hung vorzugsweise für die Hand berechnet ist, so verbreitert sich die
iche nach unten, um den Ausschlag zu vergrößern. Ihr Kopf rollt dann
den kleinen halbmondförmigen Ausschnitt des fest bleibenden Ellen-
nbeines.

Die Gelenkkapsel der Speiche wird oben von dem Kreisbande beschränkt. 2905
ackförmige Haut, die an dem unteren Ende angebracht ist, gestattet
n größeren Spielraum nach unten.

Diese Einrichtung macht die Vorwärtsbeugung oder die Pronation
die Rückwärtsbeugung oder die Supination möglich. Hängt der Arm
herab, so daß die Speiche nach vorn sieht, so wendet jene Bewe-
gsweise den Daumen nach innen und hinten, diese dagegen nach außen.
Der zweiköpfige Armmuskel (Biceps brachii) (*f* Fig. 141.)
der innere Armmuskel (Brachialis internus) (*g* Fig. 141.) bilden
vorzüglichsten Beuger des Vorderarmes. Sie können noch in einzelnen
llen von dem langen Rückwärtswender (Supinator longus s. Bra-

chioradialis) (*k* Fig. 141.), dem innern Speichenmuskel (Flexor radialis) (*n* Fig. 141.), dem runden Vorwärtswender (Pro teres) (*l* Fig. 141.) und bei befestigter Hand von den Speichenstr (Extensores radiales longus und brevis) und zum Theil dem Ell genstrecker der Hand (Extensor carpi ulnaris) (*y* Fig. 139.) stützt werden. Der dreiköpfige Armmuskel (Triceps brachii Fig. 138., *u* Fig. 139.) und der Knorrenmuskel (Anconeus q (*k* Fig. 138., *v* Fig. 139.) besorgen die Streckung des Vorderarme Unter-Knorrenmuskel (Subanconeus) endlich wirkt auf die Ka Ellenbogengelenkes

2906 Der runde (*l* Fig. 141.) und der viereckige Vorwärts (Pronator teres und quadratus) stehen der Pronation und der L Fig. 138., *w* Fig. 139., *k* Fig. 141.) und der kurze Rückwär der (*β* Fig. 139.) (Supinator longus und brevis) der Supinat Diese wird noch durch die Thätigkeit des zweiköpfigen Armmu Fig. 141.) begünstigt.

2907 Die acht Knochen der Handwurzel bilden zwei Reihen, von d Kahnbein, das Mondbein, das dreieckige und das runde Bein de das große und das kleine vieleckige, das Kopf- und das Hacken gegen der unteren angehören. Günther[1]), der sich am Ausfü mit der Prüfung dieser mannigfachen Gebilde und der gegenseiti bindung derselben beschäftigt hat, unterscheidet sechs eigenthümlich wurzelgelenke, zu denen dann noch die Drehverbindung zwischen El und Speiche als siebentes Glied hinzukommt. Sie sind: das Ve rionsgelenk, das die beiden Vorderarmknochen mit dem Kahnbein, de bein und dem dreieckigen Beine verbindet, das Carpal-Carpalgel die drei zuletzt genannten Knochen mit den vier Stücken der unter der Handwurzelknochen vereinigt, das Erbsenbeingelenk zwischen d eckigen und dem Erbsenbeine, das Carpal-Metacarpalgelenk, das schen der unteren Reihe der Handwurzelknochen und den vier letz telhandknochen hinzieht, das Wölbungsgelenk oder die Gelenkverbi welche die Veränderung der Wölbung der Carpalbögen und der Ha lich machen, und endlich das Carpal-Daumengelenk, das zwischen ßeren vieleckigen Beine und dem Mittelhandknochen des Daume bracht ist.

2908 Die zahlreichen Bandmassen, welche diese vielgliedrige Ve begleiten, beschränken die Beweglichkeit auf das ihr nothwendig Denken wir uns die Hand waagerecht gestellt, so kann sie hierbei ten gebeugt und nach oben gestreckt, nach der Ellenbogenseite oder Speichenkante geneigt oder angezogen und abgezogen und endlich Längenachse gedreht oder pronirt und supinirt werden. Die Ha ist endlich noch im Stande, sich zu wölben und abzuflachen. Je z

---

[1]) G. B. Günther. Das Handgelenk in mechanischer, anatomischer und scher Beziehung dargestellt. Mit Zeichnungen von J. Milde. Hamburg Seite 11 — 32.

oyen am Schaffen aus.

kunſtvolle Verbindung der eben betrachteten Knochen gewährt noch 2910
deren Vortheil. Sollte die Hand nicht zu einer unbehilflichen
aſſe entarten, ſo mußten die meiſten Muskeln, welche deren ein-
ile beherrſchen, an ferne Punkte, vorzüglich an den Oberarm ver-
den. Lange Sehnen waren deshalb nothwendig. Sie konnten
mit Pünktlichkeit wirken, wenn ihnen die unebenen Stücke der
Bewegungswerkzeuge geeignete Leitungsfurchen darboten (§. 2574.).

Speichen- und der Ellenbogenbeuger (Flexores carpi 2911
nd ulnaris) (*n* Fig. 141., *q* Fig. 141., *m* Fig. 138., *x* Fig. 139.),
r lange Hohlhandmuskel (Palmaris longus) (*o* Fig. 141.)
Hand. Die Finger- und der lange Daumenbeuger (Fle-
gitorum communes sublimis und profundus, Flexor pollicis lon-
Fig. 141.) können dieſe Ortsveränderung unterſtützen. Die Spei-
d der Ellenbogenſtrecker der Hand (Extensores carpi ra-
ngus und brevis, Extensor carpi ulnaris) (*m* Fig. 141., *γ* Fig.
Fig. 138., *y* Fig. 139.) nähern die Rückenfläche der Hand der
e des Vorderarmes. Die verſchiedenen Fingerſtrecker (Ex-
igitorum communis, Extensores pollicis longus und brevis,
indicis proprius longus, Extensor digiti minimi) (*p* Fig. 138.,
39., *r* Fig. 138., *z* Fig. 139., *o* Fig. 138.) ſind auch hier im
die Hand in der gleichen Richtung verrücken zu helfen.

Anziehung oder die Kantenbeugung, die nach der Ellenbogenſeite 2912
iſt, hängt von dem Beuger (*q* Fig. 141.) und dem Strecker
lenbogentheiles der Hand (*n* Fig. 138., *y* Fig. 139.)
und Extensor carpi ulnaris), die Abziehung dagegen von dem

major) (*m* Fig. 139.), der **Speichenbeuger** (Flexor carpi radialis) (*n* Fig. 141.), der **Ellenbogenstrecker** (Extensor carpi ulnaris) (*y* Fig 139.) oder nach Anderen der **Ellenbogenbeuger** (Flexor carpi ulnaris) (*x* Fig. 139., *q* Fig. 141.), die **Fingerbeuger** (Flexores digitorum communes) (*p* Fig. 141.) und der **Daumenanzieher** (Adductor pollicis) (*u* Fig. 141.) können sich bei der Pronation, die **Gräthenmuskeln** (Supraspinatus und Infraspinatus) (*i k* Fig. 139.), der kleine **runde Armmuskel** (Teres minor) (*l* Fig. 139.), der **Hackenarmmuskel** (Coracobrachialis) (*h* Fig. 141.), der **zweiköpfige Armmuskel** (Biceps brachii) (*f* Fig. 141.), der **Knorrenmuskel** (Anconaeus) (*k* Fig. 138., *v* Fig. 139.), die **Speichenstrecker** (Extensor carpi radiales longus und brevis) (*m* Fig. 141., *γ* Fig. 139.) und **Daumenabzieher** (Abductor pollicis longus) (*q* Fig. 138.) bei Supination nach Verschiedenheit der Verhältnisse betheiligen.

2913 Der **lange Hohlhandmuskel** (Palmaris longus) (*o* Fig. 1 spannt zunächst die Sehnenhaut der Hohlhand an. Er kann aber zug die Beugung der ganzen Hand unterstützen. Der **kurze Hohlh muskel** (Palmaris brevis) (*α* Fig. 141.) scheint die Haut der Han falten und vorzüglich bei dem Hohlmachen der Letzteren zu wirken.

2914 Die Menschenhand verdankt einen ihrer Hauptvorzüge der eigent lichen Stellung und der freien Beweglichkeit ihres Daumens. Der V dieses Theiles verstümmelt daher mehr, als der von mehreren Fin Die Gelenkeinrichtung verräth schon diesen Vorzug. Straffe Gelenke Amphiarthrosen verbinden die Mittelhandknochen der vier äußeren F mit der unteren Reihe der Handwurzelknochen. Die Beweglichkeit hierdurch an dem unteren Ende des Mittelhandbeines des Zeigefingers gänzlich hinweg. Sie nimmt zwar nach dem kleinen Finger zu, jedoch immer unbedeutend. Der Mittelhandknochen des Daumens da lenkt sich freier mit dem großen vieleckigen Bein ein, so daß nicht bl Beugung und Streckung, sondern auch die Anziehung und die Abzi und ein gewisser Grad von Drehung möglich wird. Die einzelnen chenstücke des Daumens vergrößern hierbei den Ausschlag, indem si Zeiger wirken.

2915 Die ersten Phalangen der vier äußeren Finger verbinden sich ihren Mittelhandknochen durch beschränkte Arthrodieen, der Daumen gen mit dem seinigen durch ein Winkelgelenk. Jene gestatten daher gewissen Grad von Drehung außer der Beugung und Streckung, der men aber diese allein.

2916 Die Gelenke, welche die einzelnen Phalangen aller vier Finger einigen, bilden bloße Charniere, die nur Streckung und Beugung gest Sie wird noch durch eine Nebeneinrichtung zweckmäßig beschränkt. Masse der Finger selbst macht nur einen bestimmten Grad der Bol gung möglich. Die Streckung dagegen wird verhältnißmäßig noch gehemmt, indem die sogenannten queren und die seitlichen Bänder hin in den Weg treten. Die Finger können daher nicht nach rückwärts

schlagen. Sie werden so in den Stand gesetzt, den nöthigen Widerstand dem Drucke, der von der Volarfläche aus wirkt, entgegenzusetzen.

Der Daumen erfreut sich auch hier des Vorzuges, daß sich seine Rückenfläche auszuhöhlen vermag.

Der kurze Daumenbeuger (Flexor pollicis brevis) (*t* Fig. 141.), 2917
den auch zum Theil der kurze Abzieher (Abductor pollicis brevis) (*u* Fig. 141.) unterstützen kann, beugt das erste Glied des Daumens; die Streckung dagegen wird von dem kurzen Daumenstrecker (Extensor pollicis brevis) (*r* Fig. 138.) besorgt. Der lange Daumenbeuger (Flexor pollicis longus) und die beiden Daumenstrecker (Extensores pollicis longus und brevis) (*s* Fig. 138., *α* Fig. 139., *r* Fig. 138.) leisten die gleichen Dienste für das Nagelglied. Der Anzieher (Adductor pollicis) (*u* Fig. 141.) vollführt die Anziehung und die Abzieher (Abductores pollicis longus und brevis) (*q* Fig. 138., *δ* Fig. 139., *s* Fig. 141.) die Abziehung. Der Gegensteller (Opponens pollicis) (*r* Fig. 141.) und zum Theil der kurze Daumenbeuger (Flexor pollicis brevis) (*t* Fig. 141.), so wie der kurze Abzieher (Abductor pollicis brevis) (*s* Fig. 141.) können den Daumen nach innen, der lange Abzieher (Abductor pollicis longus) (*q* Fig. 138., *δ* Fig. 139.), der lange Daumenstrecker (Extensor pollicis longus) (*s* Fig. 138., *α* Fig. 139.) und zum Theil der kurze Daumenstrecker (Extensor pollicis brevis) (*r* Fig. 138.) dagegen nach außen führen.

Jeder der vier Spuhlwurmmuskeln (Lumbricales manus) (*v w* 2918
x y Fig. 141.) kann das erste Glied seines Fingers für sich beugen, so daß der Zeige-, der Mittel-, der Ring- oder der kleine Finger allein diese Ortsveränderung vorzunehmen vermag. Die ersten Fingerphalangen werden überdieß noch oft in ähnlicher Weise von den Sehnen der Fingerbeuger fortgezogen. Die zweiten gehorchen den Sehnen der beiden Fingerbeuger (Flexores digitorum communes sublimis s. perforatus und profundus s. perforans) und die dritten denen des tiefen Fingerbeugers (Flexor digitorum communis profundus). Es ist jedoch den meisten Menschen unmöglich, die Nagelglieder irgend bedeutend zu beugen, ohne daß die mittlere Phalanx nachfolgt. Es erfodert schon eine gewisse Kunstfertigkeit, das dritte Glied einzelner Finger, wenn es gewaltsam rechtwinkelig eingeknickt ist, in dieser Lage frei zu erhalten.

Der Wille übt eine sehr ungleiche Herrschaft auf die einzelnen Ab- 2919
theilungen der Fingerbeuger aus. Wir können den Zeige-, den Mittel- und den Ringfinger gesondert beugen. Versuchen wir aber dasselbe mit dem kleinen Finger, so folgt sogleich der Ringfinger nach. Mittel- und Ringfinger werden zusammen gebogen, ohne daß die übrigen Finger die gleiche Stellung einnehmen. Der Ringfinger gesellt sich aber oft unwillkührlich zu dem Zeige- und dem kleinen Finger. Der Zeige- und der Mittelfinger ziehen leicht den Ringfinger nach sich [1]).

Die Streckung des Zeigefingers besorgen die entsprechenden Sehnen des 2920

[1]) Theile, in Müller's Archiv. 1839. S. 420. u. a. a. O. S. 269.

gemeinſamen Fingerſtreckers (Extensor digitorum communis) (q Fig. 138.) und des ihm eigenen Streckers (Extensor indicis proprius) (z Fig. 139.). Der erſte innere Zwiſchenknochenmuskel (Interosseus internus s. volaris primus), die erſte Sehne des oberflächlichen Fingerbeugers (Flexor digitorum sublimis) (p Fig. 141.) und zum Theil der eigenthümliche Strecker (Extensor indicis) (z Fig. 139.) neigen den Zeigefinger gegen den Mittelfinger, der erſte äußere Zwiſchenknochenmuskel (Interosseus externus s. dorsalis primus) und die entſprechende Sehne des Fingerſtreckers (Extensor digitorum communis) (q Fig. 138.) dagegen führen ihn nach dem Daumen hin.

Die zweite und dritte Sehne des gemeinſamen Fingerſtreckers (Extensor digitorum communis) (p Fig. 138.) beherrſchen den Mittel- und den Ringfinger. Der Zug des Mittelfingers gegen den Ringfinger ſteht unter dem Befehle des dritten äußeren Zwiſchenknochenmuskels (Interosseus externus tertius) und der des letzteren gegen den erſteren unter dem des zweiten inneren Zwiſchenknochenmuskels (Interosseus internus secundus) (ε Fig. 139.). Der oberflächliche Fingerbeuger (p Fig. 141.) unterſtützt bisweilen dieſe und der Fingerſtrecker (Extensor digitorum communis) (p Fig. 138.) jene Bewegungsweiſe.

Der kleine Finger beſitzt noch beſondere Beugemuskeln. Der kleine Fingerbeuger (Flexor brevis digiti minimi), den noch der Abzieher (Abductor digiti minimi) unterſtützen kann, wirkt auf das erſte Glied. Die Streckung iſt eben ſo noch einem beſonderen Strecker (Extensor digiti minimi) (o Fig. 138.) übertragen. Der dritte innere Zwiſchenknochenmuskel (Interosseus internus tertius) nähert ihn dem Ringfinger, während ihn der Abzieher (Abductor digiti minimi) von dieſem entfernt. Der Anzieher (Adductor digiti minimi) (z Fig. 141.) führt ihn nach innen und gegen den Daumen hin. Der Ringfinger nähert ſich dem kleinen Finger vermittelſt des vierten äußeren Zwiſchenknochenmuskels (Interosseus externus quartus).

Die inneren Zwiſchenknochenmuskeln (Interossei interni s. volares) der Gegenſteller des Daumens (Opponens pollicis) (r Fig. 141.) und der Anzieher des kleinen Fingers (Adductor digiti minimi) (z Fig. 141.) machen die Hand hohl. Die Haut faltet ſich hierbei von ſelbſt. Der kleine Hohlhandmuskel (Palmaris brevis) (α Fig. 141.) vermag jedoch dieſe Veränderung zu unterſtützen.

Die Abzieher des Daumens (Abductores pollicis longus und brevis) (q Fig. 138., δ Fig. 139., s Fig. 141.), der des kleinen Fingers (Abductor digiti minimi) und die äußeren Zwiſchenknochenmuskeln (Interossei externi), vorzüglich der erſte und der vierte, ſpreizen die Finger aus einander. Die Anzieher des Daumens und des kleinen Fingers (Adductor pollicis und Adductor digiti minimi) (u und z Fig. 141.), ſo wie die inneren Zwiſchenknochenmuskeln (Interossei interni) nähern ſie einander. Die letzteren Muskeln und die Fingerbeuger ſchließen die Fauſt [1]).

[1]) Krause, a. a. O. S. 469.

ie folgende Tabelle liefert ein Verzeichniß der vorzüglichſten Wirkungen, welche uskeln des Armes liefern. Ich habe in ihr die Hauptbewegungen ihren antagoen Verhältniſſen nach verzeichnet, um auf dieſe Weiſe die Anwendung für die eilung der gefunden und der krankhaften Stellungen der Theile zu erleichtern.

heil.	Wirkſame Muskeln.	Thätigkeit der in der zweiten Columne genannten Muskeln.	Gegenfüßler der in der zweiten Columne verzeichneten Muskeln.
iſſelbein.	Cucullaris. (Pars clavicularis Sternocleidomastoidei).	Nach oben.	Subclavius. (Pectoralis major). (Deltoideus).
terblatt.	Levator scapulae. Rhomboidei major u. minor.	Nach oben und zum Theil nach innen.	Serratus anticus. (Pectoralis minor). (Coracobrachialis). (Latissimus dorsi).
	Oberer Theil des Cucullaris.	Nach oben.	Unterer Theil des Cucullaris.
rarm.	Deltoideus. Supraspinatus. (Caput longum bicipitis). (Coracobrachialis?).	Nach oben.	Pectoralis major. Teretes major u. minor. Subscapularis. Latissimus dorsi. (Caput breve bicipitis). (Caput longum tricipitis). (Coracobrachialis?).
	Vordere Abtheilung des Deltoideus. Pectoralis major. Coracobrachialis.	Nach vorn.	Hintere Portion des Deltoideus. Teres major. Latissimus dorsi.
	Subscapularis. Teres major. Pectoralis major. (Latissimus dorsi).	Drehung nach innen.	Infraspinatus. Supraspinatus. Teres minor. (Coracobrachialis?).
erarm.	Biceps brachii. Brachialis internus. (Supinator longus s. Brachioradialis). (Flexor carpi radialis). (Pronator teres). (Extensor carpi radialis longus).	Beugung.	Triceps brachii. Anconaeus quartus. (Extensores carpi radialis brevis und ulnaris).
	Pronator teres. Pronator quadratus. (Anconaeus quartus).	Pronation.	Supinatores longus u. brevis. (Biceps brachii).
and.	Flexores carpi radialis und ulnaris. Palmaris longus. (Flexores digitorum communes sublimis und profundus. Flexor pollicis longus).	Beugung.	Extensores carpi radiales longus u. brevis. Extensor carpi ulnaris. (Extensor digitorum communis. Extensores pollicis longus u. brevis. Extensor indicis proprius. Extensor digiti minimi).
	Flexor carpi ulnaris. Extensor carpi ulnaris.	Anziehung.	Flexor carpi radialis. Extensores carpi radiales longus u. brevis. Abductor pollicis longus.
	Pronator teres. Pronator quadratus. (Anconaeus quartus). Flexor carpi radialis. Extensor carpi ulnaris.	Pronation.	Supinatores longus u. brevis. (Biceps brachii). Flexor carpi ulnaris. Extensores carpi radiales longus u. brevis. Abductor pollicis longus.

Theil.	Wirkſame Muskeln.	Thätigkeit der in der zweiten Columne genannten Muskeln.	Gegenfüßler der zweiten Columne ten Muskel
Daumen.	Flexor pollicis brevis. (Abductor pollicis brevis).	Beugung des erſten Gliedes.	Extensor pollicis longus).
	Flexor pollicis longus.	Beugung des Nagelgliedes.	Extensor pollicis
	Abductor pollicis.	Anziehung.	Abductores pollic u. brevis.
	Opponens pollicis. (Abductor pollicis brevis?).	Drehung und Zug nach innen.	Abductor pollicis Extensor pollici (u. brevis).
Zeigefinger.	Lumbricalis I. Flexores digitorum communes sublimis und profundus.	Beugung des erſten Gliedes.	Extensor digitor munis. Extens proprius.
	Flexores digitorum communes sublimis u. profundus.	Beugung des zweit. Gliedes.	
	Flexor digitorum communis profundus s. perforans.	Beugung des Nagelgliedes.	
	Interosseus internus s. volaris I. Flexor digitorum communis. (Extensor indicis proprius).	Zug gegen den Mittelfinger.	Interossei externi les I. (s. Abduct Albini) u. II. Ex gitorum commun
Mittelfinger u. Ringfinger.	Lumbricales II. u. III. Flexores communes digitorum sublimis u. profundus.	Beugung des erſten Gliedes.	Extensor digitor munis.
	Flexores digitorum communes sublimis u. profundus.	Beugung des zweit. Gliedes.	
	Flexor digitorum profundus.	Beugung des Nagelgliedes.	
	Interosseus dorsalis III.	Zug des Mittelfingers gegen den Ringfinger.	Interosseus volaris des Ringfingers (Mittelfinger).
	Interosseus dorsalis IV.	Zug des Ringfingers gegen den kleinen Finger.	Interosseus volaris des kleinen Finge den Ringfinger).
Kleiner Finger.	Lumbricalis IV. Flexor digiti minimi brevis. (Abductor digiti minimi). Flexores communes digitorum sublimis u. profundus.	Beugung des erſten Gliedes.	Extensor digitor munis. Extens minimi.
	Flexores communes digitorum sublimis u. profundus.	Beugung des zweit. Gliedes.	
	Flexor digitorum communis profundus s. perforans.	Beugung des Nagelgliedes.	
	Abductor digiti minimi.	Abziehung.	Adductor s. Oppo giti minimi (zug ringere Rollung Hohlhand).

Die krankhaften Stellungen der Hand und der Finger können nicht bloß von der
ärzung der Muskeln, sondern auch von der der Sehnen und der Sehnenhäute her-
ren. Viele Menschen sind nicht im Stande, die vier Finger oder auch nur den
ten Finger vollkommen gerade zu strecken. Die sehnigte Ausbreitung der Hohlhand
deren bis zu den Nagelphalangen reichende Fortsetzung führen oft zu krankhaften
verhältnissen mittelst ihrer ungewöhnlichen Längenabnahme.
Ueber die regelwidrigen Stellungen der Klumphände und die dabei vorzugsweise
ligten Muskeln (Flexores und Extensores carpi et digitorum und palmaris lon-
) s. Günther in seinem §. 2907. angeführten Werke und in Schmidt's Ency-
die der gesammten Medicin. Bd. VI. Leipzig, 1842. 8. S. 343. 344.

Krümmungsbogen der einzelnen Armbewegungen. — Das 2921
fahren, das zur Ermittelung der Krümmungsverhältnisse der Wirbel-
e diente (§. 2861.), kann auch hier und an der unteren Extremität ge- Anhang Nr. 118.
ht werden. Man bezeichnet sich den Anfang, das Ende und einen in
Verlaufe liegenden Punkt des Krümmungsbogens auf einer unterge-
ten Tafel. Diese Orte reichen hin, den Bogen zu bestimmen und die
kelgröße desselben zu finden.

Stellen wir die Werthe, die ich auf diese Weise an Anderen und 2922
gefunden habe, zusammen, so ergiebt sich, daß im Allgemeinen der Anhang Nr. 123.
rm im Schultergelenke um $^5/_9$ eines Kreises gehoben, um $^1/_6$ rückwärts
gt, um beinahe $^7/_{10}$ von hinten nach vorn und um einen ganzen Kreis
rartig gedreht werden kann. Die Beugung und die Streckung des
rarmes umfaßt etwas weniger als $^2/_3$ und die Pronation und die Su-
tion der Speiche und des Ellenbogens allein $^1/_4$ von 360°. Die Hand
um $^1/_3$ bis $^{11}/_{24}$ eines Kreises gebeugt und gestreckt, um $^2/_9$ nach dem
ken bewegt, um $^1/_9$ angezogen und um eben so viel abgezogen werden.
Abduction beschreibt jedoch auch in vielen Menschen einen größeren
gen, als die Abduction.

Werden alle Stücke des Armskelettes zur Pronation und Supination
Hilfe gezogen, so kann die mögliche Drehung den ganzen Kreis um $^1/_6$
rschreiten. Liegt dagegen das Ellenbogengelenk an dem Rumpfe an, so
t dieser Werth um die Hälfte von vier Rechten und noch tiefer.

Das untere Ende des Metacarpusknochens des Daumens dreht sich in
m ganzen Kreise. Der Daumen selbst kann um $^1/_4$ bis $^1/_5$ von 360°
h außen bewegt, seine erste Phalanx um etwas mehr als einen Rechten
seine zweite um 90° bis 110° gebogen werden.

Die ersten Fingerglieder bilden bei der stärksten Beugung einen Rech-
, die zweiten 120° und die dritten wiederum 90°. Die Ab- und An-
ung der einzelnen Finger gegen einander schwankt im Allgemeinen zwi-
n $^1/_{10}$ und nicht vollkommen $^1/_6$ eines ganzen Kreises.
Die einzelnen Winkel und die ursprünglichen Stellungen der in Bewegung gesetz-
Theile sind Anhang Nr. 123. verzeichnet.

Becken. — Da die oberen Extremitäten an dem Rumpfe wie seit- 2923
e Nebenstücke hängen und in der Regel keinen Theil desselben zu tragen
ben, so ist auch ein gewisser Grad von Beweglichkeit ihren Gürtelknochen,
m Schlüsselbeine und dem Schulterblatte verliehen. Sie dienen vorzüglich
r, die Thätigkeit der Arme zu vervielfältigen, zu erleichtern und zu sichern.
ders dagegen verhält es sich an den unteren Extremitäten. Sie sollen

den ganzen Oberkörper tragen. Ihre Gürtelstücke, die Sitzbeine
142.), die Schaambeine (*f* Fig. 142.) und die Darmbeine (*a* Fi
bilden daher einen breiten und festen Ring, in den sich hinten da
bein (*h* Fig. 142.) fest einkeilt.

2924 Die faserknorpelige Vereinigung des Heiligbeines (*h* Fig. 1
jedem der Darmbeine (Symphysis sacro-iliaca) würde allein nich
daß die Wirbelsäule mit ihren großen Belastungen wankte und d
der Füße erschwerte oder unmöglich machte. Starke Bänder (
menta sacro-iliaca vaga anteriora und posteriora, die Ligamenta
postica longa und brevia) sichern daher die Verbindung. Andere
den Querfortsätzen des letzten Lendenwirbels kommenden Ligam
lumbalia superiora und inferiora) dienen hierbei als Ergänzung

2925 Die gegenüber liegende lockere Verbindung der Schaambei
physis ossium pubis) wird ebenfalls von einzelnen Bandmassen (l
arcuata superius und inferius) unterstützt und vervollständigt.
Bänder, die sich noch kreuzweise von dem Heiligbeine und dem
nach den Sitzbeinen hinziehen (Ligamenta tuberoso-sacrum unt
sacrum) (Fig. 142. S. 317.) dienen als feste Anzugsstricke, welch
bedeutenden Erweiterung der unteren Beckenhöhle widerstehen.

2926 Der Rumpf gewinnt so eine breite und starke Unterlage, d
cherheit von den unteren Extremitäten säulenartig getragen wer
Die beiden Pfannen sind an ihr seitlich symmetrisch angebracht,
die Last, wenn kein Uebergewicht der einen Rumpfhälfte gestattet
förmig vertheilt.

2927 Das Becken steht übrigens nicht waagerecht, sondern schief (*k* S
Der gerade Durchmesser der oberen Beckenöffnung (Conjugata)
von dem oberen Ende der Schaambeinfuge bis zum Vorgebirge
Lendenwirbels und des Kreuzbeines hinzieht, bildet nach Nae
und nach den Gebrüdern Weber [1]) 63°30′ bis 64° an männl
30′ bis 65° an weiblichen ausgewachsenen und 61° bis 69° a
kommen entwickelten Personen. Der untere gerade Durchmesser
dem unteren Rande der Schaambeinsymphyse zu der Spitze des C
verläuft, hätte nach Naegelé 11°, nach Weber [2]) dagegen
27°18′ und im Durchschnitt aus 15 Bestimmungen 16°51′. D
die mit der Lothrechten der Wirbelsäule gebildet werden, müsse
größer ausfallen. Sie werden mithin 150 bis 159 für den o
96° bis 117° für den unteren Beckenausgang betragen. Jener
nach vorn und oben und dieser nach unten und hinten.

Es versteht sich von selbst, daß die feste Verbindung des Kreuzbein
Beckenknochen eine größere Bedeutung für die Gleichgewichtsverhältnisse d
als die Schaambeinsymphyse hat. Ist jene aufgehoben, so wird auch das S
und Gehen unmöglich gemacht. Der Mangel der Schaambeinvereinigung
zeugt nur einen eigenthümlichen unsicheren und schwankenden Gang (Bd. I

2928 Hüftgelenk. — Da die Last des Oberkörpers auf ihm
Gehen, Laufen und Springen mit Sicherheit ruhen soll, so mu

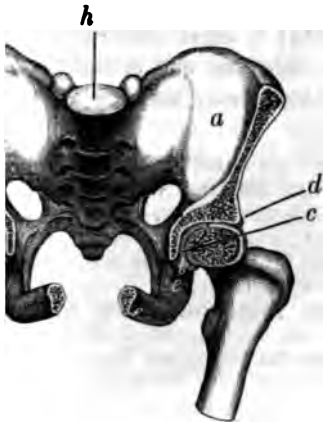
[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 125. u. 129. [2]) W. u. Ed. Weber, a.

einem beschränkteren Maaße freier Beweglichkeit vereinigen.
Verbindung des Schultergelenkes (§. 2900.) ging daher hier
ges und vollständiges Nußgelenk über.

nnenvertiefung und der Schenkelkopf bilden fast vollkommene 2929
die nur an der Pfannengrube, dem Pfannenausschnitte und
g des Schenkelkopfes unterbrochen werden. Rechnet man die Anfang Nr. 103.
Knorpelüberzüge hinzu, so weichen die Halbmesser der beiden
so wenig von einander ab, daß nur ein sehr schmaler, mit
eit gefüllter Raum zwischen den vollkommen an einander ge-
n übrig bleiben kann.

ygiebiges faserknorpeliges Ringstück (Labrum cartilagineum), 2930
(Fig. 142.), vervollständigt noch
die Halbkugel der Pfanne *c d*.
Es ist biegsam genug, um in
beschränktem Grade nachzugeben,
es besitzt aber auch anderseits
hinreichende Festigkeit, um in je-
dem Falle den Schenkelkopf zu-
rückzuhalten. Weicht dieser so
aus, daß sich der luftdicht ge-
schlossene Innenraum der Gelenk-
höhle zu vergrößern sucht, so
drängt es sich etwas nach in-
nen und verhütet es, daß sich
fremdartige Weichgebilde einzu-
zwängen suchen. W. und Ed.
Weber [1]) verglichen daher diese
Thätigkeit mit der eines Ventiles.

Fig. 142.



ichte Verschluß des Hüftgelenkes gewährt noch den Vortheil, 2931
envertiefung *b c d* Fig. 142. den Oberschenkelkopf *g* in einer
sdehnung zu umfassen braucht. Ein Kugelabschnitt von un-
genügt hier. Unsere künstlichen Nußgelenke dagegen haben
gedehntere Umfassung nöthig, weil in ihnen der Kopf me-
nicht durch den Druck der Atmosphäre zurückgehalten wird
7.). Es versteht sich aber von selbst, daß die Natur durch
ng an Beweglichkeit gewinnt, ohne an Sicherheit zu ver-

Nebengebilde verstärken noch die Kapselhaut des Hüftgelenkes. 2932
(Zona orbicularis), das von dem unteren vorderen Höcker
es ausgeht, zwei Verstärkungsbündel von dem Pfannen-
t und den Schenkelkopf schlingenartig umfaßt, hält ihn am
e, so wie das Bein stark gestreckt wird. Da die Pfannen
angebracht sind und die Hüftverbindung nur von Weichge-
ch bedeckt wird, so sucht die Last des Körpers die Oberschen-

---

[1]) Weber, a. a. O. S. 134.

kelköpfe nach außen zu treiben und aus ihrer Gelenkgrube zu entfern
Das obere Band (Ligamentum superius) verhütet jeden Nachtheil.
bildet eine sehr starke, dreieckige Faſermaſſe, die ſich nach außen hin v
breitert und von dem vorderen unteren Höcker des Darmbeines (hinte
Fig. 142.) nach dem Raume zwiſchen dem großen Rollhügel *k* und
zwiſchen beiden Rollhügeln *k* und *l* ſich hinziehenden Linie verl
Seine dünnſten Stellen ſind noch nach Weber[1]) dicker, als das Kn
ſcheibenband oder die Achillesſehne. Die Betrachtung der Figur ergi
daß es dem nach außen gerichteten Drucke entgegenwirkt. Es ſichert da
die Tragkraft der Schenkel und beſchränkt die Bewegungen derſelben, wenn
ſich zu ſehr nach der entgegengeſetzten Seite ausdehnen wollen.

2933 Das runde Band (Ligamentum teres), bei *b* Fig. 142., geht von
Kopfgrube des Schenkelbeines nach dem mit Fett ausgepolſterten Pfann
ausſchnitte. Es bildet nach Weber[2]) einen ſenkrechten Bogen, wie
Fig. 142. andeutet, bei aufrechter Stellung und hemmt den Zug des Ob
ſchenkels von oben, dient aber nicht etwa, um den Schenkelkopf in
Pfanne aufzuhängen.

Die regelrechten Verhältniſſe ſetzen voraus, daß die beiden Hüftgelenke in derſe
Höhe liegen und gleich weit von der Mitte abſtehen. Iſt dieſes nicht der Fall, ſo
auch die Symmetrie der beiden, ſonſt gleich langen Beine aufgehoben ſein. Rhachiti
Buckelige oder andere Menſchen, deren Becken verbogen iſt, gehen daher nicht ſe
lahm, ohne daß die Längenabweichungen der Extremitäten den einzigen oder ſelbſt
den vorzüglichſten Grund ihrer Krankheit bedingen.

Verrenkungen entfernen häufig den Oberſchenkelkopf aus dem Hüftgelenke.
freiwillige Hinken ſchließt nicht ſelten mit der gleichen Erſcheinung. Der Kopf
Oberſchenkels gelangt dann meiſt auf die Außenfläche des Darmbeines. Die Ferſe
leidenden Seite ſteht deshalb bedeutend höher. Die Zehen erreichen nur mit Mühe
Fußboden oder bleiben immer von ihm entfernt. Eine unvollſtändige Pfanne gräbt
an dem Darmbeine aus und wird oft noch durch Knochenausſchwitzungen der Nach
ſchaft vervollſtändigt (vergl. Bd. I. S. 718.). Der Schenkelhals verkürzt ſich hä
Die Rollhügel werden ebener. Ein großer Theil dieſer Veränderungen hängt von
Art und Weiſe ab, wie der Kranke ſein leidendes Glied gebraucht, ob er frei
oder nicht.

Man beobachtet häufig, daß ſich ein Bein, das an freiwilligem Hinken zu lei
anfängt, nicht verkürzt, ſondern verlängert. Der vordere und obere Höcker des Da
beinkammes ſteht von der Ferſe an der leidenden Seite weiter, als an der geſunden
Der Unterſchied fällt bei dem Liegen deutlicher, als bei dem Stehen auf. Die heft
Schmerzen, welche die ſpäteren Entwickelungszuſtände der Krankheit begleiten, die
gedehnten Zerſtörungen der Knochen, die weit verbreiteten Eiterungen, fehlen in
Regel noch. Der Gebrauch ſtarker Gegenreize, wie des Glüheiſens oder ausgedeh
künſtlicher Vereiterungen der Gefäßhaut, beſeitigen bisweilen die Verlängerung. Ma
Schriftſteller[3]) leiten ſie daher von Ergüſſen, welche ſich in dem Pfannengelenke
breiten, her. Spritzt man Flüſſigkeiten in das Hüftgelenk der Leiche, ſo kann
hierdurch den Schenkelkopf aus ſeiner gewöhnlichen Lage entfernen.

2934 Muskeln des Oberſchenkels. — Die Muskeln, welche üb
das Hüftgelenk hinweggehen, haben häufig Gelegenheit, vielſeitig zu w
ken. Sie können das Becken und mit ihm den Oberkörper, wenn

[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 139.
[2]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 145.
[3]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 154 — 157. u. Pariset, in Schmidt. Jah
bücher der Medicin. Bd. 40. Leipzig, 1843. 8. S. 74 fgg.

kel feſtgeſtellt ſind, nach vorn oder nach hinten neigen und ſich ſo
m Bücken, dem Aufſtehen und ähnlichen Gelegenheiten betheiligen.
aber ihre Thätigkeit von dem Becken aus, ſo führen ſie den Ober-
l mit ſich fort. Ihre Arbeit gewinnt noch dadurch an Mannigfal-
, daß manche von ihnen, wie der gerade Schenkelmuskel (Rec-
emoris) (*e* Fig. 143.), der halbſehnige (Semitendinosus) (*w*

Fig 143.

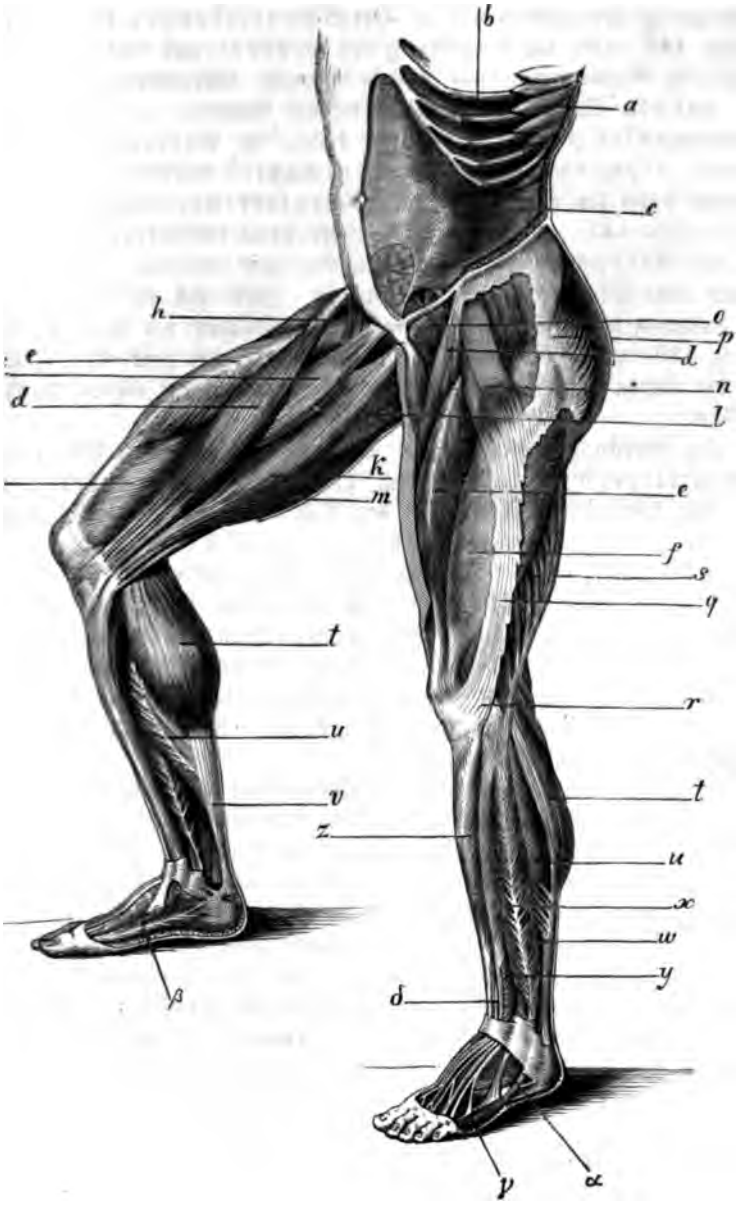


Fig. 138.), der halbhäutige (Semimembranosus) (*y* Fig. 138., 143.), der Schneidermuskel (Sartorius) (*d* Fig. 143.), der s Schenkelmuskel (Gracilis) (*x* Fig. 138., *k* Fig. 143.) und t Abtheilung des zweiköpfigen Schenkelmuskels (Caput loc cipitis) (*s* Fig. 143.) das Kniegelenk überschreiten und so den Unt beherrschen.

2935 Bilden die Oberschenkel die festen Ausgangspunkte, so können d und der Rumpf nach vorn gebeugt, nach hinten gestreckt und nach Seite geneigt oder gedreht werden. Der Schenkelbeuger (Flexo (*h* Fig. 143.) oder die Verbindung des Lenden- und des Da muskels (Psoas major und Iliacus internus) übernehmen die Der gerade Schenkelmuskel (Rectus femoris) (*e* Fig. 1 Kammmuskel (Pectineus) (*o* Fig. 143.), die Anzieher (A femoris) (*l i* Fig. 143.), der Schneidermuskel (Sartorius) (*d* vielleicht selbst der Spanner der Schenkelbinde (Tensor f tae) (*n* Fig. 143.) und selbst der vordere Theil des mittlerer kleine Gesäßmuskel (Glutaei medius und minimus) (*η λ* können diese Bewegungsweise unterstützen. Zieht sich der Ripp der Beugung des Oberkörpers herab, so betheiligen sich noch d (*e* Fig. 129., *γ* Fig. 141.) und mehr oder minder die geraden (δ und die queren Bauchmuskeln (*c* Fig. 143.), so wie die viereckig muskeln.

2936 Die Streckung des nach vorn geneigten Beckens gehört dem dem mittleren u. z. Thl. dem kleinen Gesäßmuskel (*u v* Fig. 138., *p* Fig. 143., *η λ* Fig. 139.) an. Als Hilfswerk möglicher Weise der untere Theil des großen Anziehers (magnus) (*l* Fig. 143.), der halbsehnige (Semitendinosus) (*w* der halbhäutige Muskel (Semimembranosus) (*y* Fig. 138 143.), die lange Abtheilung des zweiköpfigen Muskels (Bi moris) (*s* Fig. 143.), der birnförmige Muskel (Piriformi cus externus) (Θ Fig. 139.), der viereckige Schenkelmus dratus femoris) (*x* Fig. 139.) und der innere Hüftbeinloc (Obturator internus) zu betrachten.

2937 Neigt sich der Rumpf nach der einen Seite, so arbeiten lere und der kleinere Gesäßmuskel (Glutaei medius u. mi Fig. 138., *η λ* Fig. 139.) der einen und die schiefen Bauch (Obliqui abdominis externus u. internus) (*e*, Fig. 138. *γ* Fig. der viereckige Lendenmuskel (Quadratus lumborum) de Körperhälfte. Dreht er sich nach vorn und innen, so verkürzen Krause[1]) der große Gesäßmuskel (Glutaeus maximus) (*u p* Fig. 143.), der birnförmige Muskel (Piriformis) (Θ F die Zwillingsmuskeln (Gemelli), der innere Hüftbeinl kel (Obturator internus), der viereckige Schenkelmuskel ((femoris) (*x* Fig. 139.), der obere Theil des großen Anzieh

[1]) Krause, a. a. O. S. 465.

ductor magnus) (*l* Fig. 143.), die vordere Abtheilung des inneren Darmbeinmuskels (Iliacus internus) der vorgeschobenen und der vordere Theil des mittleren Gesäßmuskels (Glutaeus medius) (*η* Fig. 139.), der innere Hüftbeinlochmuskel (Obturator internus), der Kammmuskel (Pectineus) (*o* Fig. 143.), der lange (*l* Fig. 143.) und der kurze Anzieher (Adductores longus u. brevis) der anderen Seite.

Gehen die Wirkungen von dem Becken aus, so beugen der Lenden- 2938
und der Hüftbeinmuskel (Psoas major und Iliacus internus) (*h* Fig. 143.) den Oberschenkel. Der lange und der kurze Anzieher (Adductor longus et brevis) (*i* Fig. 143.), der obere Theil des großen Anziehers (Adductor magnus) (*l* Fig. 143.), der Kammmuskel (Pectineus) (*o* Fig. 143.) u. z. Thl. der Schneidermuskel (Sartorius) (*d* Fig. 143.), der gerade Schenkelmuskel (Rectus femoris) (*e* Fig. 143.) und der Spanner der Schenkelbinde (Tensor fasciae latae) (*n* Fig. 143.) können gleichzeitig mitwirken. Die Gesäßmuskeln und vorzüglich der größere (Glutaeus maximus) (*u* Fig. 138., *p*. Fig. 143.) dienen vor Allem der Streckung. Der innere Hüftbeinlochmuskel (Obturator internus), die lange Abtheilung des zweiköpfigen Muskels (Caput longum bicipitis) (*x* Fig. 138. *s* Fig. 143.), der halbsehnige (Semitendinosus) (*w* Fig. 138.), der halbhäutige (Semimembranosus) (*y* Fig. 138., *m* Fig. 143.) und der schlanke Schenkelmuskel (Gracilis) (*x* Fig. 138., *k* Fig. 143.) sind noch im Stande, sich bei dieser Gelegenheit zu betheiligen.

Die Anzieher (Adductores longus, magnus et brevis) (*i* Fig. 143.), 2939
der Kammmuskel (Pectineus) und der innere Hüftbeinlochmuskel (Obturator internus), so wie z. Thl. das untere Stück des großen Gesäßmuskels (Glutaeus maximus) (*u* Fig. 138., *p* Fig. 143.) ziehen den Schenkel nach innen, der obere Theil des großen, der mittlere und der kleine Gesäßmuskel (Glutaei) (*u* Fig. 138. *p*, Fig. 143., *η λ* Fig. 139.), der Spanner der Schenkelhautbinde (Tensor fasciae latae) (*n* Fig. 143.) und z. Thl. der birnförmige Muskel (Piriformis (*θ* Fig. 139.) dagegen nach außen.

Der Vordertheil des mittleren Gesäßmuskels (Glutaeus medius) 2940
(*η* Fig. 139.) und der Spanner der Schenkelbinde (Tensor fasciae latae) (*n* Fig. 143.) rollen den Schenkel nach innen, der innere und der äußere Hüftbeinlochmuskel (Obturatores internus und externus) (*μ* Fig. 139.), der viereckige Schenkelmuskel (Quadratus femoris) (*ϰ* Fig. 139.), die Zwillingsmuskeln (Gemelli) (*ι* Fig. 139.), der birnförmige Muskel (Piriformis) (*θ* Fig. 139.), so wie der große und der kleine und die hintere Abtheilung des mittleren Gesäßmuskels (Glutaei) nach außen. Schlägt sich ein Oberschenkel über den andern, so wirken die Beuger (Psoas major und Iliacus internus) (*h* Fig. 143.) und die Anzieher (Adductores, Pectineus, Obturator internus und wahrscheinlich auch Sartorius und Gracilis). Die letzteren Muskeln übernehmen vermuthlich eine wesentliche Rolle. Oberschenkelamputirte können deshalb

auch dieſe Bewegung nicht vollſtändig vollführen, wenn ſelbſt ihr die nöthige Länge beſitzt.

2941 **Kniegelenk.** — Die Beugung und die Streckung war an gen anderen Gelenktheilen, als die Pronation und Supination üb (§. 2904.) Beide Bewegungsarten hängen dagegen von einem lenke im Kniee ab. Sie beſchränken jedoch einander unter gewi hältniſſen. Erreicht nämlich die Streckung einen hohen Grad, die Drehung unmöglich. Dieſe erlangt dagegen ihren bedeutendſt raum, ſo wie ſich der Unterſchenkel ſtark gegen den Oberſchenke hat. Die ſcheinbare Unvollkommenheit hängt genau mit den B gen des Beines zuſammen. Soll es den Rumpf ſäulenartig tr mußte es einen feſten Stab bilden, deſſen Mittelſtück jede ſeit bung im Kniee verbietet. Fällt dieſe Bedingung bei der Beugun ſo konnte ſich auch der Unterſchenkel deſſelben Vortheils, wie de arm erfreuen.

2942 Die Gelenkkapſel des Kniees beſchränkt nicht die Bewegun ben. Anders verhält es ſich dagegen mit den verſchiedenartigen Die Seitenbänder beſtimmen vorzüglich die Streckung, während bänder in dieſer Hinſicht ſchwächer wirken. Schneidet man dieſe vergrößert ſich zwar nach Weber[1]) der mögliche Streckungsgrad gem Maaße. Das Glied bewahrt aber noch immer einen gro ſeiner Feſtigkeit in dieſem Zuſtande. Es ſchlottert dagegen, ſo Kniee gebogen wird. Hat man die Seitenbänder, nicht aber bänder durchſchnitten, ſo bleibt die frühere ſichere Stellung bei gung, ſie fehlt jedoch für die Streckung.

2943 Bilden der Ober- und der Unterſchenkel einen geraden Ste die Seitenbänder wie ſtraffe Seile angezogen. Sie erſchlaffe Beugung in ungleichem Maaße. Das innere Seitenband iſt dann ter, als das äußere. Der äußere Gelenkkopf des Oberſchenkels hierbei in beſchränktem Maaße um den inneren drehen. Die und die Supination wird auf dieſe Weiſe möglich gemacht.

2944 Der Unterſchied, den die Seitenbänder darbieten, entſprich haltniſſen der Kreuzbänder Hat man die Gelenkkapſel und d bänder entfernt, ſo findet man, daß die Drehung nach außen, Seite des Wadenbeines hin, von den Kreuzbändern ſelbſt und von dem vorderen und unmittelbar darauf auch von dem hinteren wird. Wendet man dagegen das Schienbein nach innen, ſo die Kreuzbänder ab, gehen aus einander und hemmen erſt dann, innere Gelenkhöcker des Oberſchenkels auf dem hinteren Theile d Gelenkvertiefung des Schienbeines ruht. Der Bogen, der ſo werden kann, beträgt ungefähr im Erwachſenen 110° bis 120°. dere Seitenband muß daher ſchon bei der Beugung früher eing die weitere mögliche Drehung nach innen zu beſchränken. bung nach außen dagegen findet eher ihr ein Hinderniß an

[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 178.

rn. Dieſe ſchreiben überdieß den Gelenkſtücken des Oberſchenkels
Weg vor und zwingen das innere, auf der inneren Gelenkvertiefung
chienbeines zu ſchleifen, und das äußere, auf der äußeren zu rollen [1]).
Die halbmondförmigen Knorpel, die ſich mit den Gelenkfortſätzen des 2945
henkels auf dem Schienbeine verſchieben, wirken wie elaſtiſche Ein-
tten. Sie vertheilen den Druck, der ſich auf das Gelenk überträgt,
n ihn und verhüten das Wackeln der Knochen gleich einer Preßfeder [2]).
nieſcheibe endlich bildet einen knöchernen verſchiebbaren Deckel, der
niegelenk vorn beſchützt und es befähigt, einen bedeutenden Grad
ruck von hier aus bei dem Knieen auszuhalten. Die Vortheile, die
Streckmuskeln des Unterſchenkels darbietet, ſind ſchon §. 2512. an-
n worden. Ueber die Nebenbeutel des Kniegelenkes ſ. §. 2535.
Das Kniegelenk beherrſchende Muskeln. — Der zwei- 2946
ge Schenkelmuskel (Biceps femoris) (*z* Fig. 138., *s* Fig. 143.),
lbſehnige (Semitendinosus) (*w* Fig. 138.), der halbhäutige
membranosus) (*y* Fig. 138., *m* Fig. 143.), der Kniekehlenmus-
popliteus) und ſelbſt der Schneidermuskel (Sartorius) (*d* Fig. 143.)
den Ober- oder den Unterſchenkel im Kniegelenke. Der Zwillings-
el (Gastrocnemius) (*β* Fig. 138., *t* Fig. 143.) kann den Oberſchenkel
nten führen, wenn die Ferſe den feſten Punkt liefert oder die beiden
e des Muskels gleichzeitig nachgeben.
Die vorzüglichſten Strecker des Unterſchenkels, der gerade Schen- 2947
skel (Rectus femoris) (*e* Fig. 143.), die beiden großen Schen-
skeln (Vasti externus und internus) (*fg* Fig. 143) und der tiefe
nkelmuskel (Cruralis) bilden gewiſſermaßen nur eine vierköpfige
elmaſſe (§. 2633.) und arbeiten gemeinſchaftlich an der Knieſcheibe
em Knieſcheibenbande. Die Muskelſtreifen, die man als unteren
nkelmuskel (Subcruralis) anführt, können ſie, ſo weit es ihre
eit geſtattet, unterſtützen und die Gelenkkapſel emporziehen. Der
eidermuskel (*d* Fig. 143.) iſt vielleicht auch bisweilen im Stande,
Unterſchenkelſtrecker zu helfen [3]).
Der Kniekehlenmuskel (Popliteus) (bei *γ* Fig. 138.), der Schnei-
uskel (Sartorius) (*d* Fig. 143.), der ſchlanke (Gracilis) (*x* Fig.
k Fig. 143.) und der halbſehnige Muskel (Semitendinosus)
ig. 138.) drehen nach Krauſe [4]) den Unterſchenkel nach innen, der
köpfige Schenkelmuskel (Biceps femoris) (*s* Fig. 143.) dage-
nach außen.
Fußgelenk. — Der Fuß kann ebenfalls der Vorderfläche des Un- 2948
enkels genähert oder gebeugt, von ihr entfernt oder geſtreckt, ange-
, abgezogen und in beſchränktem Maaße um ſeine längere Achſe ge-
werden. Dieſe mannigfachen Bewegungen vertheilen ſich aber auf
hiedene Gelenke. Das Sprungbein (*p* Fig. 136. S. 284.) liegt zwi-

---

W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 180 — 190.
W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 193.
Theile, a. a. O. S. 322.
Krause, a. a. O. S. 466.

ſchen dem inneren Knöchel des Schienbeines und dem äußeren tiefe abreichenden des Wadenbeines eingekeilt. Die Seitenbewegung wird durch in hohem Grade beſchränkt. Es kann dagegen die Aushöhlu Schienbeines ein freies Spiel von vorn nach hinten und umgekehrt ten. Die Beugung und Streckung vermag daher ſo die größten abſchnitte zu beſchreiben.

2949 Wird die Fußſpitze nach innen oder nach außen gewendet o Fuß an- und abgezogen, ſo dreht ſich das Sprungbein (*p* Fig. 1 geringem Grade nach vorn oder hinten um den inneren Knöchel. Bewegungsweiſe, welche der größten Beſchränkung unterliegt, d ungleichen Verhältniſſe der Bänder aber möglich gemacht wird [1]), v ſich mit Ortsverrückungen in den Gelenken, die zwiſchen dem Spr (*p* Fig. 136.) und Kahnbein (*r* Fig. 136.) und zwiſchen dem Fe (*o* Fig. 136.) und Würfelbein (*q* Fig. 136.) angebracht ſind.

2950 Dreht ſich endlich der Fuß um ſeine Längenachſe, ſo daß ſe rer Rand hinauf- oder heruntergeht, wird er auf dieſe Weiſe pron ſupinirt, ſo arbeitet vorzüglich das Gelenk, welches das Sprungb dem Ferſenbeine verbindet. Das zwiſchen dem Sprungbeine (*p* Fi und dem Kahnbeine (*r* Fig. 136.), ſo wie das zwiſchen dem Fer (*o* Fig. 136.) und dem Würfelbeine (*q* Fig. 136.) betheiligt ſi ihm. Iſt die Beweglichkeit ſehr groß, ſo können auch nach Kra Verbindungen des Kahnbeines (*r* Fig. 136.) mit den Keilbeinen (*s* in Anſpruch genommen werden. Die beiden zuletzt genannten D begleiten einander in den meiſten Fällen.

2951 Die Fußwurzel- und die Mittelfußknochen bilden ein Gewi deſſen nach unten gewandter Aushöhlung zahlreiche Knorpelmaſſen keln, Sehnen und Faſerhäute einen ſicheren Schutz finden. Sein kürzerer Bogen, der an der Seite der kleinen Zehe liegt, von dem beine (*o* Fig. 136.), dem Würfelbeine (*q* Fig. 136.) und den M knochen der vierten und der fünften Zehe (ſ. Fig. 136.) gebildet ur durch das Ferſen-Würfelbein- und das Würfelbein-Mittelfußban menta calcaneo-cuboideum und Calcaneo-metatarseum) zuſammen wird, iſt kürzer und niedriger, als der innere, dem das Ferſenbein 136.), das Kahnbein (*p* Fig. 136.), die drei Keilbeine (*s* Fig. 1 Mittelfußknochen der drei erſten Zehen (ſ. Fig. 136.) und die ban Tarſus-Metatarſusverbindungen des Hohlfußes angehören. Obgl Theile des Gewölbes mit vieler Feſtigkeit vereinigt ſind, ſo geben Bandmaſſen dem Drucke des Körpergewichtes, wenn er lange ihnen laſtet, in geringem Maaße nach. Der Fuß wird dann pla breiter.

2952 Die Sohlenfläche gewinnt durch dieſe Einrichtung eine groß von feſten Berührungspunkten, ohne daß Knochengebilde den B der ganzen Unterfläche bedecken. Die Reibung vergrößert ſich

---

[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 209.

ng, wie die der Finger (§. 2914.), die große Zehe iſt jedoch weit 2954
cher, als der Daumen. Der Hauptvortheil, den dieſer genießt,
Bewegung nach innen und außen und die ausgedehntere Dre-
ngeln hier. Sie können ſelbſt nicht durch die anhaltendſte Uebung
erden.

eich die Zehen nur ausnahmsweiſe zum Greifen gebraucht werden 2955
77.), ſo gewährt doch ihre Beweglichkeit den Vortheil, daß ſie
iner nicht unbedeutenden Reihe beliebiger Punkte an den Boden
gen im Stande ſind. Da der auf dem Ballen emporgehobene
n Hauptſtützpunkt nach innen zu hat, ſo beſitzen die Mittelfuß-
liederknochen der großen Zehe einen größeren Umfang, als die
en Zehen. Das Mittelfußbein der erſten Zehe erhält überdieß
Seſambeinchen, zwiſchen denen die Beugeſehnen durchgehen. Das
erſten Gliedes bekommt ein drittes zur Ergänzung. Wir haben
eihe von Unterlagsſtücken, welche die feſte Berührung mit dem
hern und die Reibung vergrößern. Die Seſamſtücke, die an dem
ne und bisweilen auch an dem Sprungbeine und dem erſten Keil-
kommen, nützen in ähnlicher Weiſe.

skeln, die den Fuß bewegen. — Schwebt der Fuß, ſo wird 2956
m vorderen Schienbeinmuskel (Tibialis anticus) (x Fig.
dem dritten Wadenbeinmuskel (Peroneus tertius) ge-
n dem dreiköpfigen Wadenmuskel (Gastrocnemius und
tuv Fig. 143.) und dem Sohlenmuskel (Plantaris) dagegen
Der lange gemeinſchaftliche Zehenſtrecker (Extensor
pedis communis longus) (x Fig. 143.) und der lange Stre-
großen Zehe (Extensor hallucis longus) (s Fig. 143.) können
Beugung, der hintere Schienbeinmuskel (Tibialis posticus,
hinteren Wadenbeinmuskeln (Peronei longus und brevis

den Streckern zu. Der Zwillingsmuskel (Gastrocnemius) (t Fig. 143.) ist auch im Stande, den Oberschenkel zu beherrschen (§. 2946.).

2958 Der hintere Schienbeinmuskel (Tibialis posticus) wendet den Fuß nach innen, der lange und der kurze Wadenbeinmuskel (Peroneus longus und brevis) (w y Fig. 143.) dagegen nach außen. Die beiden Schienbeinmuskeln (Tibiales anticus und posticus) (z Fig. 143.) drehen den Fuß um seine Längenachse, so daß der Innenrand in die Höhe geht und die Fußsohle nach oben und innen gerichtet wird. Die drei Wadenbeinmuskeln (Peronei longus, brevis und tertius) (w Fig. 143.) vollführen die entgegengesetzte Bewegung. Der quere Sohlenmuskel (Transversalis plantae) kann vielleicht der Abplattung des Fußes bei dem langen Stehen (§. 2951.) entgegenzuwirken suchen.

2959 Die Bestimmung der Muskeln der großen Zehe geht fast gänzlich in der Beugung und Streckung unter. Man vermißt daher hier jeden gesonderten Gegensteller und selbst der Anzieher und der Abzieher wirken nur in sehr beschränktem Maaße. Das erste Glied wird von dem kurzen Beuger (Flexor hallucis brevis) mit oder ohne die Nebenhilfe des langen Anziehers (Adductor longus) gebeugt. Der lange Beuger (Flexor hallucis longus) beugt beide Gelenke der großen Zehe und kann selbst auf die zweite oder die übrigen Zehen einwirken. Der lange Zehenstrecker (Extensor hallucis longus) (δ Fig. 143.) und die erste Sehne des kurzen Zehenstreckers (Extensor digitorum pedis brevis) (α Fig. 143.) arbeitet seiner Bewegungsrichtung entgegen. Der Abzieher der großen Zehe (Abductor hallucis) und die beiden Köpfe des Anziehers (Adductor longus und transversus pedis) (β Fig. 143.) beherrschen die Seitenwendung.

2960 Die vier Spuhlwurmmuskeln des Fußes (Lumbricales pedis) beugen die ersten, der kurze gemeinschaftliche Zehenbeuger (Flexor digitorum pedis communis brevis) die zweiten und der lange gemeinschaftliche Zehenbeuger (Flexor digitorum pedis communis longus) mit seinem Beimuskel (Caro quadrata Sylvii) die dritten oder alle Glieder der vier äußeren Zehen. Der lange und der kurze Zehenstrecker (Extensores digitorum pedis longus und brevis) (x α Fig. 143.) beherrschen die entgegengesetzte Bewegung. Der kurze zieht zugleich die Zehen etwas nach außen.

2961 Die kleine Zehe kann noch von ihrem eigenen kurzen Beuger (Flexor brevis digiti quinti) und ihrem Abzieher (Abductor digiti quinti) (β Fig. 143.) gebeugt werden. Jener zieht zugleich den äußeren Fußrand nach unten und innen, während dieser die kleine Zehe abzieht.

2962 Der erste innere Zwischenknochenmuskel (Interosseus pedis internus primus) zieht die zweite Zehe, der zweite (I. p. i. secundus) die dritte, der dritte (I. p. i. tertius) die vierte und der vierte (I. p. i. quartus) die kleine Zehe an. Der erste äußere Zwischenknochenmuskel (Interosseus externus primus) übernimmt die entgegengesetzte Bewegung für die zweite, der zweite (I. e. secundus) für die dritte und der dritte (I. e. tertius) für die vierte Zehe. Der besondere Abzieher

inen Zehe (Abductor digiti quinti) (γ Fig. 143.) kann noch
1 dritten Wadenbeinmuskel (Peroneus tertius) unterſtützt

olgende Tabelle giebt uns wiederum eine Ueberſicht der verſchiedenen Muskel, die ſich bei den Hauptbewegungen der unteren Extremität betheiligen. Die die ſich zu anderen Zwecken an das Becken anheften, ſind ſchon §. 2886. ge- rden.

	Wirkſame Muskeln.	Thätigkeit der in der zweiten Columne genannten Muskeln.	Gegenfüßler der in der zweiten Columne genannten Muskeln.
:	Psoas major u. Iliacus internus. (Pectineus. Adductores longus und brevis und oberer Theil des Adductor magnus). (Sartorius). (Tensor fasciae latae). (Glutaei medius und minimus).	Beugung.	Glutaei maximus medius u. z. Thl. minimus. (Unterer Theil des Adductor magnus. Semitendinosus. Semimembranosus. Caput longum bicipitis). (Piriformis. Quadratus femoris.)
	Glutaei medius u. minimus. (Obliqui abdominis externus u. internus. Rectus abdominis. Quadratus lumborum). (Transversus abdominis).	Seitliche Neigung.	
	Glutaeus maximus. Piriformis. Gemelli. Obturator internus. Quadratus femoris. Oberer Theil des Adductor magnus. Vordertheil des Iliacus internus (Sartorius) der einen Seite.	Drehung nach vorn u. innen.	Glutaeus medius. Obturator internus. Adductores longus und brevis der entgegengeſetzten Seite.
kel.	Flexor femoris oder Psoas major und Iliacus internus. (Adductores longus und brevis. Oberer Theil des Adductor magnus. Pectineus). (Sartorius. Rectus femoris. Tensor fasciae latae).	Beugung.	Glutaei und beſonders Glutaeus maximus. (Obturator internus. Caput longum bicipitis. Semitendinosus. Semimembranosus. Gracilis).
	Adductores femoris longus, brevis und magnus. Pectineus. Obturator internus. (Untertheil des Glutaeus maximus).	Anziehung.	Oberer Theil des Glutaeus maximus. Glutaei medius und minimus. Tensor fasciae latae. (Piriformis).
	Vordertheil des Glutaeus medius. Tensor fasciae latae.	Drehung nach innen u. vorn.	Obturatores internus und externus. Quadratus femoris. Gemelli. Piriformis. Glutaei maximus und minimus und Hintertheil des Glutaeus medius.

Theil.	Wirksame Muskeln.	Thätigkeit der in der zweiten Columne genannten Muskeln.	Gegenfüßler der i zweiten Columne ge Muskeln.
Unterschenkel.	Biceps femoris. Semitendinosus. Semimembranosus. Popliteus. (Sartorius). (Gastrocnemius).	Beugung.	Rectus femoris. ternus und inter ralis. (Subcrurali torius?).
	Popliteus. (Sartorius). Gracilis. Semitendinosus. (Semimembranosus).	Drehung nach innen.	Biceps femoris.
Fuß.	Tibialis anticus. Peroneus tertius. (Extensor digitorum pedis communis longus. Extensor hallucis longus).	Beugung oder Annäherung der Rückenfläche des Fußes an die Vorderseite des Unterschenkels.	Gastrocnemius. Plantaris. (Tibi cus. Peronei l brevis. Flexor pedis communi Flexor hallucis
	Tibialis posticus.	Wendung nach innen.	Peronei longus
	Tibialis anticus u. posticus.	Drehung des Innenrandes des Fußes nach oben.	Peronei longus tertius.
Große Zehe.	Flexor hallucis brevis. (Flexor hallucis longus). Adductor hallucis.	Beugung des ersten Gliedes.	Extensor hallu Erste Sehne d communis digi brevis.
	Flexor hallucis longus.	Beugung beider Glieder.	
	Adductor hallucis.	Anziehung.	Abductor hallu
Die vier äußeren Zehen	Lumbricales. (Flexores digitorum pedis communes longus und brevis	Beugung des ersten Gliedes.	Extensores digi communes l brevis.
	Flexor digitorum pedis communis brevis. (Flexor digitorum longus)	Beugung des zweit. Gliedes.	
	Flexor digitorum communis longus	Beugung des dritten Gliedes.	
	[illegible] I	Anziehung der zweiten Zehe	Interosseus exte ceps I.
	[illegible] II	Anziehung der dritten Zehe.	Interosseus exte
	[illegible]	Anziehung der vierten Zehe	Interosseus exte
	[illegible]	Anziehung der kleinen Zehe	Abductor digit Peroneus brev
[illegible]	[illegible]	Beugung.	[illegible] äußeren Zehen.

Krümmungsbogen der unteren Extremitäten.

rſuchen wir endlich, die Muskeln, die ſich vorzugsweiſe bei ten
mungen der unteren Extremitäten betheiligen, überſichtlich da
ir:

ankhafter Zuſtand.	Möglicher Weiſe wirkſa
des Oberſchenkels im Hüftgelenke.	Psoas major. Iliacus internus. (Rectus femoris, Sartorius. Pectineus).
Anziehung nach innen.	Pectineus (nach Dieffenbach).
Beugung im Kniee.	Biceps. Semitendinosus. Semimembranosus. (Popliteus).
otiſche) Streckung im Kniee.	Rect s. Vasti. externus und internus. Cr
ng nach außen. Säbelbein (Genu varum).	Semi Gracilis. (Popliteus).
ng nach innen. Schemelbein (Genu valgum).	Bice oris.
her Pferde- oder Spitzfuß.	Gastr nius. Soleus. Plantaris.
ter Pferde- oder Spitzfuß.	Gastr ius, Soleus, Plantaris und außerdem na Verſchiedenheit der Fälle Tibialis anticu und posticus. Flexores digitorum pedis. Flexor digitorum longus. Aponeurosis plantaris.
Einfacher Klumpfuß.	Tibialis anticus und posticus (Sehnen des Flexor und Abductor hallucis).
Klumpfuß (Talipes calcaneus).	Tibialis anticus. Extensor digitorum communis. Extensor hallucis longus. Peroneus tertius.
- Klumpfuß (Talipes varo-equinus).	Gastrocnemius. Soleus. Plantaris. Tibialis anticus und posticus. Flexor hallucis brevis. Adductor hallucis. (Flexores communes). Aponeurosis plantaris.
Plattfuß (Valgus).	Peronei, vorzüglich longus und brevis.
Hohlfuß.	Tibialis posticus. Peroneus longus. Transversalis pedis. Abductor hallucis. Aponeurosis plantaris.

erſteht ſich von ſelbſt, daß hier die mannigfachſten Verbindungen und Einzelommen können. Vergl. vorzüglich über dieſe Verkrümmungen: J. Dieffenber die Durchſchneidung der Muskeln und Sehnen. Berlin, 1841. 8. S. 84. fg. und Günther, a. a. O. S. 335 — 365.

ümmungsbogen der Bewegungen des Beines. — Der 2963
nkel kann ungefähr um die Hälfte eines Kreiſes in dem Hüftgeder Richtung von vorn nach hinten gedreht werden. Die Beugung Bewegung nach vorn fällt aber hierbei beinahe drei Mal ſo groß, Streckung aus. Die Anziehung ſowohl, als die Abziehung gleicht 50°. Die Drehung dagegen erreicht 180° oder ſelbſt einen noch rößeren Werth. Ihr äußerer Bogen iſt bisweilen etwas ſtärker, innere.

Wird die Hinterseite des Unterschenkels der des Oberschenkels möglichst genähert, so hindert schon die Dicke der Weichgebilde, daß hierbei ein Winkel von 180° beschrieben werde. Die Maximalwerthe, welche die Beobachter einzelnen Forscher ergeben haben, liegen zwischen 130° und 170°. Der Unterschenkel selbst kann um 15° nach innen und um 20° bis 30° nach außen gedreht werden.

Der Bogen, den der Fuß bei dem Maximum seiner Beugung und Streckung beschreibt, beträgt ungefähr $\frac{1}{5}$ eines Kreises. Der Abschnitt aber, welcher der Streckung angehört, ist zwei bis drei Mal so groß, als der der Beugung. Die stärksten Drehbewegungen des Fußes endlich betragen zwischen $\frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{7}$ eines ganzen Kreises.

Die einzelnen genaueren Winkel sind Anhang Nr. 124. verzeichnet.

2964 Krümmungsbogen des ganzen Körpers. — Unser Körper kann ungefähr um 190° nach vorn, um 140° nach hinten und um 90° nach jeder der beiden Seiten gewendet werden. Der Kopf betheiligt sich bei der zuerst genannten Bewegung mit 75°, jedes Hüftgelenk mit 75°, jedes Fußgelenk mit 20°. Die Wirbelsäule ergänzt das Uebrige. Der Kopf und der Hals übernehmen 78° bei der seitlichen Drehung, die Halswirbel- und die Rückenwirbelsäule 30°, das Hüftgelenk 60° und das Fußgelenk 12° [1]).

V. Stellungsverschiedenheiten des menschlichen Kö

2965 Schwerebene und Schwerpunkt des ganzen Mens Borelli [2]) fand, daß die Schwerebene eines waagerecht ausg Menschen die Gegend des Gefäßes und der Schaam traf. W. und E ber prüften die Verhältnisse an einem wohlgebildeten lebenden dessen Körperlänge 1,6692 Meter glich. Es fand sich, daß die ebene 721,5 Millimeter vom Scheitel und 947,7 Mm. von der F stand. Diese beiden Entfernungen verhielten sich daher zu eina 1 : 1,31. Jene Forscher nehmen an, daß sich die großen Roll derselben Höhe, wie die Drehpunkte der Hüftgelenke befinden. D sie gezogene Ebene lag aber 87,7 Mm. tiefer, als die des Schwer Verglichen endlich die Brüder Weber diesen Werth mit dem Sk nes gleich großen Mannes, so glaubten sie annehmen zu können, Schwerebene 8,7 Mm. von dem Vorgebirge entfernt lag.

Ich zog es vor, die Beobachtungen an der unversehrten u Theil noch warmen Leiche eines 34jährigen Faßbinders, der sich 2 vor erhenkt hatte, zu wiederholen, weil ich so im Stande war, stände von den Drehungsaxen der Hüftgelenke und von dem Ve

---

[1]) Krause, a. a. O. S. 469.

[2]) A. Borelli, De motu animalium. Pars prima. Editio altera. Lugd. Ba 4. p. 167.

ttelbar zu messen. Die Körperlänge des kräftigen Mannes betrug
r Meter. Die Hände waren während des Versuches symmetrisch über
Schaamberge zusammengebunden, die Füße gleichförmig gestreckt. Die
erebene stand 694 Millimeter von dem Scheitel und 923 Mm. von
Ferse ab. Beide Entfernungen verhielten sich daher = 1 : 1,33.
sieht, daß dieser Theil meiner Beobachtung so genau, als irgend er-
t werden kann, mit der von Weber stimmt. Der geringe Unter-
braucht nicht einmal von einer Abweichung in dem Baue beider
er herzurühren. Die ungleiche Füllung des Nahrungscanales reicht
zur Erklärung hin.

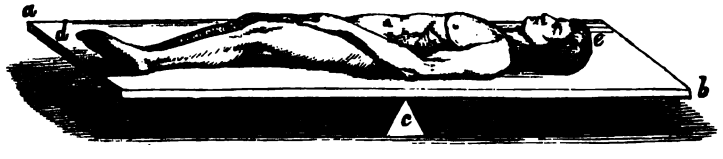
Anders verhielt es sich dagegen mit den übrigen Abständen, die ich
ttelbar an der Leiche bestimmte. Ich erhielt nämlich 111 statt 87,7 Mm.
ie Entfernung von der Ebene der beiden Rollhügel. Da ich die Be-
ag zu dem Vorgebirge, so genau als möglich, ermitteln wollte, so
g ich zwei Nägel senkrecht in den Theil der Lendenwirbelsäule, durch
en die Schwerebene ging, öffnete den Unterleib und bestimmte mit
i Drathe die Parallelebene der Nägel und der Ferse. Ich konnte so
Abstand von dem Vorgebirge unmittelbar messen. Da ich aber auch
Entfernung der Ebene des Vorgebirges von der der Ferse ermittelte,
die der Schwerebene von der letzteren aus den früheren Theilen des
ches bekannt war, so erhielt ich einen zweiten Werth für die ge-
: Größe. Dieser Versuch ergab 17,5 und 18 Mm., mithin das
elte von dem, was Weber nach dem trockenen Skelette angenommen

Die waagerechte Schwerebene ging in der von mir geprüften Leiche
den letzten Lendenwirbel etwas unter den Querfortsätzen und über
vorderen oberen Höckern der Darmbeine durch. Sie lag ungefähr
Mm. unter dem oberen Rande des Nabels und 203 Mm. unter dem
en Ende des Schwerdtfortsatzes des Brustbeines.

Es versteht sich von selbst, daß die Art der Massenvertheilung die Ver-
isse in hohem Grade zu ändern vermag. Ein sehr großer Mensch
nkt nicht selten seine hohe Gestalt seinen Beinen allein. Der Rumpf
gar bisweilen niedriger, als der einer sehr kleinen Person [1]). Diese
ähnliche Unterschiede können den Ort der Schwerebene so sehr ver-
n, daß man nicht berechtigt ist, Borelli's Angabe ohne bestimmtere
ngründe unrichtig zu finden.

Will man die Schwerebene eines Menschen bestimmen, so nimmt man ein Brett
ig. 144., das, wo möglich, an allen Punkten gleich dick ist, legt es auf die scharfe

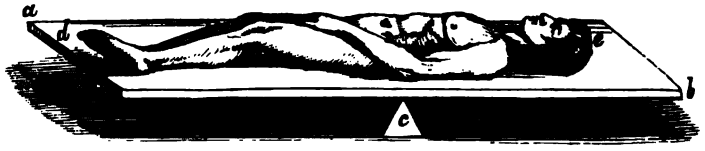
Fig. 144.



[1]) Ein ausgezeichnetes Beispiel s. bei Hutchinson, in den Medico-chirurgical Transactions. Vol. 29. London, 1846. 8. p. 183. 184.

Kante eines dreieckigen Pflockes c und bezeichnet sich die Linie, auf der es ruhen muß, um im Gleichgewichte zu bleiben. Trägt es später den Leichnahm de und erhält sich im Gleichgewicht, wenn das Brett die Kante des Pflockes mit der früher bezeichneten f

Fig. 145.



nie berührt, so muß auch die durch sie gelegte senkrechte Ebene die Schwerebene des Menschen bilden. Bezeichnet man sich an dem Brette die senkrechten Ebenen, welche durch die vorragendsten Punkte des Scheitels und des Fußes gehen, so kann man hieraus die Abstände der Schwerebene von den beiderseitigen Enden des menschlichen Körpers bestimmen.

Da es sehr schwer ist, die Gleichgewichtslinien des Brettes und des Menschen auf eine vollkommen scharfe Grenze zu treffen, so verfährt man vortheilhafter, indem man gewissermaßen den Versuch verdoppelt und das Mittel als wahren Werth in Rechnung bringt. Hat das Brett die oben erwähnten Eigenschaften, so legt man den Leichnahm so, daß die senkrechten Ebenen des Scheitels und des Fußes von den Enden des Brettes *a b* gleichweit abstehen, und verschiebt den Pflock *c*, bis das Gleichgewicht hergestellt ist oder bis die geringste Verrückung nach der einen und der anderen Seite das Ganze in den entsprechenden Richtungen umschlagen läßt. Man bezeichnet sich dann die Linien der senkrechten Ebenen des Scheitels, des Fußes und der Unterstützung. Der Leichnahm wird hierauf gewendet und so gelegt, daß seine Scheitelebene in die frühere Fußebene und umgekehrt fällt. Hat man die neue Gleichgewichtslinie durch die Verschiebung des Pflockes *c* gefunden, so giebt das Mittel aus ihr und der früheren Gleichgewichtslinie die Lage der Schwerebene. Die oben mitgetheilten Zahlen wurden auf diese Weise gefunden.

2966 Wir haben schon früher (Bd. I. §. 235.) gesehen, daß der Schwerpunkt eines Menschen, der ein Bein verloren hat, höher hinaufgerückt ist. Die Brüder Weber [1]) fanden, daß er in der Leiche mit der Entfernung einer unteren Extremität bis zur Höhe des Nabels und nach dem Verlust beider bis zur Ebene des Schwerdtfortsatzes oder des unteren Endes des Brustbeines emporgeht. Steht der Mensch gerade aufrecht und hält seine Glieder symmetrisch vertheilt, so soll nach jenen Forschern [2]) die Gerade, welche die beiden Enden der Wirbelsäule verbindet, in der senkrechten Schwerebene liegen.

2967 Liegen. — Ist unser Körper waagerecht auf einer hinreichend langen und breiten Unterlage ausgestreckt, so wird er an allen Punkten hinreichend unterstützt. Die Muskeln brauchen hierbei keine Leistung zu übernehmen. Die Leiche liegt dann eben so sicher, als der Lebende.

Ist dagegen die Unterlagsfläche zu kurz, zu schmal oder schief gegen, so sind die Muskelkräfte im Stande, die Stellung der einzelnen Theile auf einen gewissen Grad zu verbessern und das Gleichgewicht herbeizuführen. Ihre Gegenwirkung stößt aber häufig genug auf Hindernisse. Sie kann oft nicht lange anhalten. Liegt ein Mensch auf einem steil abfal-

[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 117.
[2]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 118.

, so hindert häufig der zu breite Boden die erfoderlichen Neben-
n.

:n. — Allmählige Uebergänge führen aus der liegenden Stel- 2968
Sitzen. Eine um so größere Zahl von Rückenmuskeln muß hier-
:hige Nebenhilfe bieten, je mehr sich der Rumpf und der Kopf
hten Stellung annähern (§. 2872.). Sitzen wir vollkommen auf-
frei, so arbeiten die Strecker des Nackens, des Rückens und die
keln, vorzüglich der größere und der mittlere (Glutaei maximus
is). Der Obertheil des Körpers stützt sich hierbei auf der brei-
age des Beckens, und zwar vor Allem auf den Sitzbeinknorren
Gesäße. Die Stellung verliert erst dann ihre Sicherheit, wenn
äche selbst kleiner, als die von der Natur gebotene Unterlage

en. — Die Oberschenkel tragen hier den Rumpf. Die Becken- 2969
. 2936.) müssen es verhüten, daß sich der Rumpf nach vorn
a die Kniee und die Endstücke des Fußes den Boden berühren,
i großer Theil der Unterstützungsfläche nach hinten. Diese Stel-
rfodert daher eine geringere Kraftanstrengung, wenn der Rumpf
h hinten, als wenn er über den Knieen steht und die Ober-
)r schief geneigt sind. Die Zahl der Beckenstrecker und der Grad
kung wechselt auch mit diesen verschiedenen Verhältnissen.

)en. — Ruht die Körperlast auf einem oder auf beiden Füßen, 2970
e Reibung gegen den Fußboden eine gewisse Größe erreichen, da-
kensch nicht fortgleite, aus dem Gleichgewichte komme und um-
: Sicherheit nimmt daher mit der Glätte der Unterstützungsfläche
Boden wird aber nicht von allen Punkten der Fußsohle in den
en Fällen berührt. Der Untertheil der Ferse, die Haut, welche
ıflächen der vorderen Enden der Mittelfußknochen, besonders das
ı Zehe bekleidet, der äußere Fußrand und einzelne Punkte der
'gen sich hierbei in der Regel zu betheiligen. Flacht sich aber
)ei längerem Stehen ab (§. 2951.), so kann sich auch die Zahl
rungspunkte vergrößern. Die Abzieher der großen und der klei-
(Abductores hallucis und digiti minimi) ($\beta\gamma$ Fig. 143.) sind
Stande, die Verlängerung des Fußblattes, die sich allmählig ein-
cht, zu beschränken. Die Wirkung des Anziehers der großen Zehe,
enknochenmuskeln und des Quermuskels der Fußsohle (Adductor
ıterossei und Transversalis plantae) wird sich der Verbreiterung
)en.

der Mensch aufrecht bleiben, so darf die Schwerlinie den von 2971
äußeren Fußrändern begrenzten Raum nicht überschreiten (Bd. I.
Die Größe dieser Grundfläche macht es aber möglich, daß sich
f ohne Nachtheil in nicht unbedeutendem Grade verrücken kann.
beiden Beine braucht deshalb nicht immer die Hälfte der Kör-
tragen. Wir können eben so gut das ganze Gewicht einem ein-
Zeit lang überliefern, während nur der Ballen und die Zehen
:n den Boden berühren. Maler und Bildhauer ziehen daher

dieſe Stellung, welche die Foderungen der Kunſt vollſtändiger befried
und überdieß noch leicht durch angemeſſene Gegenbewegungen des Ob
körpers geſichert wird, vor. Sie bietet noch den Vortheil dar, daß d
ſehnigten Gebilde ſtärker in Anſpruch genommen werden und daß die Ab
des einen Beines die Abwechſelung erleichtert. Leonardo da Vin
und Maiſſiat ſetzen ſogar voraus, daß ſie naturgemäßer, als die gle
artige Stellung auf zwei Füßen ſei.

2972 Soll das ſtützende Bein nicht einknicken, ſo müſſen das Hüft- u
das Kniegelenk befeſtigt werden, damit ein faſt gerader Stab die Sä
bilde. Die Strecker beider Gelenke können dieſen Dienſt leiſten. Die N
tur hat aber auch hier die Nebenhilfe der Muskelwirkungen durch man
andere Verhältniſſe zweckmäßig verkleinert. Die ſtörende Ermüdung wi
ſo weiter hinausgeſchoben.

Denken wir uns, der Oberkörper ſolle auf beiden Beinen ruhen,
werden die Geſäßmuskeln, vor Allem aber die größten von ih
(Glutaei maximi, (*p* Fig. 143.) und die inneren Hüftbeinlochmusk
(Obturatores interni), den Rumpf aufrecht erhalten und die Knieſtre
(Recti femoris, Vasti externi und interni, Crurales und Subcrura
(*efg* Fig. 143.) den Ober- und den Unterſchenkel in einer geraden S
zu halten ſuchen. Es iſt denkbar, daß bisweilen die lange Abtheilung
zweiköpfigen Schenkelmuskels (Biceps femoris) (*s* Fig. 143.),
halbſehnigte (Semitendinosus) (*w* Fig. 138.), der halbhäutige
mimembranosus) (*z* Fig. 138., *m* Fig. 143.) und der ſchlanke Sch
kelmuskel (Gracilis) (*x* Fig. 138., *k* Fig. 143.) zu Hilfe ge
werden.

Ruht die Körperlaſt auf dem einen Beine, ſo ſpannt ſie das
(*b* Fig. 142.) und das obere Band des Hüftgelenkes (Ligamentum
und L. superius), ſo wie die äußere ſtärkere Bandmaſſe der Schenkel
(Fascia ilio-trochanterico tibialis von Maiſſiat) (*pqr* Fig. 143.)
ker an. Dieſe ſehnigten Theile widerſtehen der ſeitlichen Neigung.
Muskeln ſelbſt brauchen ſich in dieſer Hinſicht für den Augenblick we
anzuſtrengen. Der Spanner der Schenkelbinde (Tensor fasciae
(*n* Fig. 143.) kann ſo ihre Arbeit vermindern. Die Seitenbänder des
gelenkes verhüten auch hier jede unzweckmäßige ſeitliche Verſchiebung

2973 Der Druck, der von oben her wirkt, ſtemmt den Unterſchenkel
das Sprungbeingelenk des Fußes. Bringt es die Stellung mit ſich,
er eine beſtimmte Neigung hat, ſo können ihnen der vordere Sch
beinmuskel (Tibialis anticus) (*z* Fig. 143.) und der dritte Wa
beinmuskel (Peroneus tertius) mit oder ohne die Hilfe der lan
Zehenſtrecker (Extensor communis digitorum pedis longus und E
sor hallucis longus) (*xδ* Fig. 143.) nach vorn neigen, der Sohlenm
kel (Soleus) und der Fußſohlenmuskel (Plantaris) mit oder ohn

---

[1]) Ueber die Bedeutung, welche die Bänder für das Stehen haben, vergl. W. u
Weber, a. a. O. S. 144. und J. Maissiat, Etudes de Physique animale.
1843. 4. p. 6 — 34.

teren Schienbeinmuskel (Tibialis posticus), die beiden ersten denbeinmuskeln (Peronei longus und brevis) (*wy* Fig. 143.) die langen Zehenbeuger (Flexor communis digitorum longus Flexor hallucis longus) dagegen senkrecht zu stellen suchen.

Es versteht sich von selbst, daß die Strecker des Kopfes und der Wir- 2974
ule den Oberkörper aufrecht erhalten und die erfoderlichen seitlichen ungen der einzelnen Theile derselben einleiten müssen. Die Arme n ihren verschiedenen Stellungen nach wie seitliche aufgehängte Ge- e mit entsprechenden oder ungleichen Lagen der Schwerpunkte.

Gehen und Laufen auf ebenem Boden. — Da hier der Kör- 2975
nicht bloß im Gleichgewichte erhalten, sondern auch in waagerechter 1 vorwärts geschoben werden soll, so theilen sich die beiden Seiten- en der Stützglieder in die zwei verschiedenen Rollen, welche der Na- der Sache nach übernommen werden müssen. Das eine balancirt die ge Masse, während sich das andere horizontal zu verschieben sucht. t sich dann die Thätigkeit um, so ist schon auf diese Weise der frühere der Stütze aufgegeben und auf einen weiteren Punkt übertragen en.

Die Zeit, während welcher der Oberkörper von beiden Beinen zu- 2976
) getragen wird, ist natürlich für die Fortbewegung verloren. Wir n daher um so langsamer, je mehr dieses Nebenverhältniß vorherrscht. t es dagegen auf seinen geringsten Werth, so laufen wir mit einer ssen Geschwindigkeit. Kommt es hierbei vor, daß wir die ganze Kör- asse in die Luft schleudern, daß sie mithin einen Augenblick gar nicht rstützt wird, so ziehen wir den Sprung für die Beschleunigung des ens zu Hilfe.

Zergliedert man die äußeren Erscheinungen des gewöhnlichen Vor- 2977
sgehens, so wechseln die Rollen der beiden Beine in jedem Doppel- tte vollständig ab. Das eine bleibt sich in seiner Bestimmung, als ge zu dienen, während der Dauer des einfachen Schrittes treu. Das re dagegen arbeitet zuerst als vorbereitendes Stemmwerkzeug und ingt hierauf von hinten nach vorn, um vor Allem die waagerechte sveränderung zu begünstigen. Wir haben so ein stützendes und ein schreitendes Bein.

Denken wir uns nun z. B., jene erstere Rolle sei in einem Schritte 2978
linken unteren Extremität übertragen, so bleibt sie nicht immer gleich . Eine geringe Beugung und eine kräftige Streckung greifen vielmehr pfelweise ein. Jene dauert so lange, als die linke Seite des Oberkör- s weiter nach vorn, die rechte dagegen mehr nach hinten steht und der ende Theil des Fußes vor dem von der Mitte des Schenkelkopfes her- ehenden Lothe fällt. Der Rumpf kann so unter dem geringsten Wider- de vorwärts gewendet werden. Strecken wir das linke Bein von vorn in vollständig, so stößt dieser Theil der Ortsveränderung des Ober- pers auf größere Schwierigkeiten. Das stützende linke Bein dreht sich in em Fußgelenke, während das fortschreitende mit seiner Körperhälfte vor- rts geht, von hinten nach vorn, streckt sich dann vollständiger und bereitet

sich so vor, um in dem nächsten Augenblicke als Stemmwerkzeug zu
Es beginnt hiermit seine Bestimmung zu wechseln.

Der vorangeeilte Rumpf zwingt es, sich so sehr zu verlänge
es jetzt zur Hypothenuse eines rechtwinkeligen Dreieckes wird, de
gere Kathete es früher darstellte. Es streckt sich daher zunächst
Hüft- und dem Kniegelenke. Die Ferse folgt sogleich nach, so
endlich nur der Ballen gegen den Boden stemmt. Man hat diese
der Sohlenfläche mit dem Abwickeln eines Rades von dem Erd
vergleichen gesucht. Die Aehnlichkeit ist jedoch in sofern unvol
als nicht alle Punkte der Fußsohle der Reihe nach den Boden
und sich von ihm entfernen. Die Verhältnisse des gestreckten O
Unterschenkelstabes erinnern eher an die einer Radspeiche. Das
des Fußes verlängert den Schritt um so viel, als die Ferse von
len absteht.

2979 Hat auf diese Weise das stark gestreckte Bein seine Bestimm
Stemmwerkzeug vollendet, so beginnt seine entgegengesetzte Ar
Schwingung. Die Länge, die es jetzt besitzt, würde es unmöglich
sich in einem Bogen, der von hinten nach vorn geht, zu beweg
biegt sich daher in dem Hüft-, dem Knie- und zum Theil in den
lenke ein, um so einen kürzeren Drehungshalbmesser zu erreichen.
denen dieses nicht möglich ist, wie Menschen mit Steifheit des Knie
beschreiben daher einen nach außen gerichteten Kreisbogen. Die
Beine und die künstlichen Glieder von Schenkelamputirten müsse
etwas zu kurz gemacht werden, damit selbst diese unnatürliche
möglich bleibe.

2980 Da das Bein selbst in dem Hüftgelenke beweglich aufgehängt
sein Schwerpunkt unter diesem liegt (§. 2646.), so wird es, sich se
lassen, wie ein Pendel nach vorn schwingen. Es brauchen daher
Muskeln, die bis jetzt den Oberschenkel nach hinten wendeten, nach
damit das Ganze von selbst nach vorn geht. Die Rückwirkung
freigelassenen gespannten Bandmassen, vorzüglich des starken äußeren
der Schenkelbinde (p q r Fig. 143.), wird noch den Stoß erleichtern
physikalische Einrichtung erspart so einen Aufwand von Muskelkra

2981 Wollten wir diese Schwingung bis das Pendel des Bein
höchste Steigung erreicht hat, anhalten lassen, so müßte es über
Weise zurückkehren um wiederum den Boden selbst in dem gestreck
stande zu erreichen. Diese zwecklose Bewegung würde aber ohne N
verzehren. Wir hemmen daher die Schwingung in dem gehörigen
blicke, strecken dann das Bein und setzen den Fuß auf den Boden.
entsprechende Seitenhälfte des Oberkörpers steht dann unmittelba
ihm und vor der anderen Hälfte des Rumpfes. Es kann so die
geschilderte Rolle einer sicheren Stütze von Neuem übernehmen.

2982 Die schwache Beugung des tragenden Beines fällt mit dem A
die Streckung dagegen mit der übrigen Zeit der Schwingung, das

[1] Marsiat. a. a. O. pag. 51 [illegible]

Fußes endlich mit der Streckung und dem Aufsetzen des fort-
en Beines zusammen. Jenes liegt im Anfange vor und am Ende
esem. Die Mechanik des einfachen Schrittes geht also darauf
die eine Extremität der anderen stabilen voraneilt und den Ober-
sehr als möglich nachzuziehen sucht.

Zeit, in der der Körper von beiden Beinen zugleich getragen 2983
det gleichsam das Moment des sicheren Stehens, das sich noth-
Weise einschleicht. Sie beträgt ungefähr bei dem langsamen
die Hälfte der Dauer, während der nur ein Bein die übrige
st stützt, und sinkt auf ein Drittheil und noch mehr, so wie wir
ortbewegung irgend beschleunigen.

rachten wir zuerst die Muskeln, die für das unterstützende Bein 2984
uch genommen werden, so sind es vor Allem die Strecker, die sich
eiligen müssen. Der große Gesäßmuskel (Glutaeus maxi-
Fig. 138., *p* Fig. 143.) sucht das Becken aufrecht zu erhalten.
die beiden anderen Gesäßmuskeln (Glutaei medius und mi-
λ Fig. 139.) mit oder ohne die Hilfe des birnförmigen Mus-
iformis) (*ϑ* Fig. 139.), des inneren Hüftbeinlochmuskels
or internus) und des viereckigen Schenkelmuskels (Qua-
moris) (*ϰ* Fig. 139.), so wie die Spannung der früher (§. 2972.)
n Bandgebilde erhalten den Körper im Gleichgewicht. Der Un-
kelstrecker (Rectus femoris, Vasti, Cruralis) (*efg* Fig. 143.)
Kniegelenk. Seine minder kraftvolle Wirkung kann schon die
Beugung, die wir im Anfange antreffen, möglich machen. Es ist
kbar, daß die Köpfe des Zwillingsmuskels (Gastrocnemius)
43.) den Oberschenkel bei befestigter Ferse herabzuziehen suchen.
ikopfige Wadenmuskel (Gastrocnemius und Soleus) (*tuv*
.) und der Fußsohlenmuskel (Plantaris) wickeln zuletzt die
Werden sie von den Zehenbeugern unterstützt, so können die
m so eher an den Boden gedrückt werden. Die Stellung erhält
größere Sicherheit.

Bein erreicht die größte Höhe seiner Streckung unmittelbar, ehe 2985
ckt, um nach vorn schwingen zu können. Jene Zickzackbiegungen
ber nicht bloß, daß die Streckmuskeln erschlaffen, sondern daß zu-
r Schenkelbeuger (Psoas und Iliacus internus) (*h* Fig. 143.)
rschenkel und der zweiköpfige Muskel (Biceps femoris) (*s*
.), der halbsehnigte (Semitendinosus) (*w* Fig. 138.), der
utige (Semimembranosus) (*z* Fig. 138., *m* Fig. 143.) und der
hlenmuskel (Popliteus) (bei *γ* Fig. 138.) den Unterschenkel
hen.

versteht sich von selbst, daß die Strecker des Kopfes und der Wir- 2986
den Oberkörper wie bei dem Stehen aufrecht erhalten müssen.
mpf selbst schwankt aber bei dem Gehen in doppelter Richtung.
sich das fortschreitende Bein und wickelt es seine Ferse von dem

und Ed. Weber, a. a. O. S. 40.

Ferse [illegible] dem [illegible] Stemmwerkzeug zu [illegible] Es beginnt [illegible] Bestimmung zu wechseln.

Der gestreckte Knie gewinnt es sich so sehr zu verlängern, es liegt im Scheitelpunkt eines rechtwinkligen Dreieckes wird, dessen [illegible] es [illegible] verkürzt. Es streckt sich daher zunächst in [illegible] mit dem Kniegelenke. Die Ferse folgt sogleich nach, so daß endlich mit der Zehe gegen den Boden stemmt. Man hat diese Erh der Gehwerkzeuge mit dem Hebearme eines Rades von dem Erdbod verglichen gesucht. Die Aehnlichkeit ist jedoch in jedem unvollkom als nicht alle Punkte der Speichen der Nabe nach den Boden be und sich mit ihm entfernen. Die Verhältnisse des gestreckten Ober- Unterschenkelknochens kommen eher zu die einer Radspeiche. Das Ab des Fußes verlängert den Stemmarm so viel, als die Ferse von dem len absteht.

2979 Hat auf diese Weise das fest gestreckte Bein seine Bestimmung Stemmwerkzeug verändert, so beginnt seine entgegengesetzte Arbeit Schwingung. Die Länge, die es jetzt besitzt, würde es unmöglich m sich in einem Bogen, der von hinten nach vorn geht, zu bewegen. liegt sich daher in dem Hüft-, dem Knie- und zum Theil in dem G lenke ein, um so einen kürzeren Drehungshalbmesser zu erreichen. denen dieses nicht möglich ist, wie Menschen mit Steifheit des Kniegel beschreiben daher einen nach außen gerichteten Kreisbogen. Die hölz Beine und die künstlichen Glieder von Schenkelamputirten müssen i etwas zu kurz gemacht werden, damit selbst diese unnatürliche We möglich bleibe.

2980 Da das Bein selbst in dem Hüftgelenke beweglich aufgehängt ist sein Schwerpunkt unter diesem liegt §. 2046, so wird es, sich selbst lassen, wie ein Pendel nach vorn schwingen. Es brauchen daher nu Muskeln, die bis jetzt den Oberschenkel nach hinten wendeten, nachzug damit das Ganze von selbst nach vorn geht. Die Rückwirkung der freigelassenen gespannten Bandmassen, vorzüglich des starken äußeren T der Schenkelbinde *fgr* Fig. 143., wird noch den Stoß erleichtern[1]). rhythmische Einrichtung erspart so einen Aufwand von Muskelkraft.

2981 Wollten wir diese Schwingung bis das Pendel des Beines höchste Steigung erreicht hat, anhalten lassen, so müßte es überflü Weise zurückkehren, um wiederum den Boden selbst in dem gestreckten stande zu erreichen. Diese zwecklose Bewegung würde aber ohne Not verzehren. Wir hemmen daher die Schwingung in dem gehörigen A blicke, strecken dann das Bein und setzen den Fuß auf den Boden. entsprechende Seitenhälfte des Oberkörpers steht dann unmittelbar ihm und vor der anderen Hälfte des Rumpfes. Es kann so die geschilderte Rolle einer sicheren Stütze von Neuem übernehmen.

2982 Die schwache Beugung des tragenden Beines fällt mit dem An die Streckung dagegen mit der übrigen Zeit der Schwingung, das

[1]) Maissiat. a. a. O. pag. 51 sqq.

des Fußes endlich mit der Streckung und dem Aufsetzen des fort-
enden Beines zusammen. Jenes liegt im Anfange vor und am Ende
diesem. Die Mechanik des einfachen Schrittes geht also darauf
aß die eine Extremität der anderen stabilen voraneilt und den Ober-
so sehr als möglich nachzuziehen sucht.

ie Zeit, in der der Körper von beiden Beinen zugleich getragen 2983
bildet gleichsam das Moment des sicheren Stehens, das sich noth-
er Weise einschleicht. Sie beträgt ungefähr bei dem langsamen
[1]) die Hälfte der Dauer, während der nur ein Bein die übrige
last stützt, und sinkt auf ein Drittheil und noch mehr, so wie wir
Fortbewegung irgend beschleunigen.

etrachten wir zuerst die Muskeln, die für das unterstützende Bein 2984
pruch genommen werden, so sind es vor Allem die Strecker, die sich
theiligen müssen. Der **große Gesäßmuskel** (Glutaeus maxi-
u Fig. 138., *p* Fig. 143.) sucht das Becken aufrecht zu erhalten.
d die beiden anderen **Gesäßmuskeln** (Glutaei medius und mi-
(*ηλ* Fig. 139.) mit oder ohne die Hilfe des **birnförmigen Mus-**
Piriformis) (*θ* Fig. 139.), des **inneren Hüftbeinlochmuskels**
ator internus) und des **viereckigen Schenkelmuskels** (Qua-
femoris) (*κ* Fig. 139.), so wie die Spannung der früher (§. 2972.)
ten Bandgebilde erhalten den Körper im Gleichgewicht. Der **Un-**
enkelstrecker (Rectus femoris, Vasti, Cruralis) (*efg* Fig. 143.)
as Kniegelenk. Seine minder kraftvolle Wirkung kann schon die
Beugung, die wir im Anfange antreffen, möglich machen. Es ist
enkbar, daß die Köpfe des **Zwillingsmuskels** (Gastrocnemius)
143.) den Oberschenkel bei befestigter Ferse herabzuziehen suchen.
reiköpfige Wadenmuskel (Gastrocnemius und Soleus) (*tuv*
43.) und der **Fußsohlenmuskel** (Plantaris) wickeln zuletzt die
ab. Werden sie von den Zehenbeugern unterstützt, so können die
um so eher an den Boden gedrückt werden. Die Stellung erhält
größere Sicherheit.

Das Bein erreicht die größte Höhe seiner Streckung unmittelbar, ehe 2985
knickt, um nach vorn schwingen zu können. Jene Zickzackbiegungen
aber nicht bloß, daß die Streckmuskeln erschlaffen, sondern daß zu-
der **Schenkelbeuger** (Psoas und Iliacus internus) (*h* Fig. 143.)
berschenkel und der **zweiköpfige Muskel** (Biceps femoris) (*s*
43.), der **halbsehnigte** (Semitendinosus) (*w* Fig. 138.), der
häutige (Semimembranosus) (*z* Fig. 138., *m* Fig. 143.) und der
kehlenmuskel (Popliteus) (bei *γ* Fig. 138.) den Unterschenkel
ziehen.

s versteht sich von selbst, daß die Strecker des Kopfes und der Wir- 2986
e den Oberkörper wie bei dem Stehen aufrecht erhalten müssen.
umpf selbst schwankt aber bei dem Gehen in doppelter Richtung.
sich das fortschreitende Bein und wickelt es seine Ferse von dem

---

und Ed. Weber, a. a. O. S. 40.

Boden ab, so wird er nach der Seite des stützenden Beines hinüberge Setzen wir später den fortgeschrittenen Fuß auf, so findet das Ent gesetzte Statt. Jene erstere Bewegung ist zugleich mit einer Erhebur die letztere mit einer Senkung der vorgeschobenen Rumpfhälfte verl Der langsame Gang wird um so zierlicher, je weniger diese quer senkrechten Schwankungen in die Augen fallen, je leichter gleichs Oberkörper in waagerechter Bahn fortgetragen wird.

2987 Beeilen wir unseren Schritt nicht, so können die Arme voll ruhig bleiben. Läßt man sie frei hängen, während die Neigung Rumpfes eine bedeutende Größe erreichen, so sinkt der Arm de Seite, an welcher das Bein säulenartig stützt, von selbst nach vor kehrt nach hinten zurück, so wie der fortschreitende Fuß den Boden und seine Rumpfhälfte nach abwärts geht. Die beiden Arme könn auch bei raschem Gehen wie regulirende Pendel wirken. Der rec schwingt dann im Allgemeinen nach hinten, wenn der eingeknick Fuß seinen Bogen beschreibt. Seine aufsteigende Bewegung fällt in schnitt in die Zeit, in der die rechte untere Extremität als Stütz Schwankt der Rumpf in auffallendem Grade von einer Seite zur so beschreiben oft noch die Arme Bogen, die von innen und hint außen und vorn gehen. Der Wille und die Gewohnheit ändern jed fig diese Gegenbewegungen in hohem Grade.

Maissiat entwickelt seine Ansichten über die Pendelwirkungen, die bei de eingreifen, a. a. O. S. 43 ffg. Die Maaßbestimmungen, die über das Gehen wurden, sind am Schlusse der dem Laufen gewidmeten Betrachtung §. 2997. m

2988 Wollen wir rückwärts gehen, so beginnen wir damit, daß e eine Bein, und zwar bei ungleicher Stellung beider Extremitäten d ter vorgeschobene Glied, in dem Hüft- und dem Kniegelenke beugt i diese Weise verkürzt. Der Anstoß des großen Gesäßmuskels (*u* Fi *p* Fig. 143.) zieht sie dann nach hinten. Die pendelartige Schr begünstigt oder vollendet diese Bewegung. Das Glied selbst str hierauf, um den Boden zu erreichen. Der Ballen berührt hierbei z Unterlage. Folgt die Ferse nach, so wird die entsprechende Häl Oberkörpers nach hinten geführt. Der dreiköpfige Wadenn (Gastrocnemius und Soleus) (*tuv* Fig. 143.) und der Fußsohle kel (Plantaris), welche noch der hintere Schienbeinmuskel lis posticus), die beiden ersten Wadenbeinmuskeln (Perol gus und brevis) (*wy* Fig. 143.) und die langen Zehenbeuge xor digitorum pedis communis longus und Flexor hallucis long terstützen können, ziehen später nach Krause [1]) den Unterschen Zwillingsmuskel (Gastrocnemius) (*t* Fig. 143.), der Kniek muskel (Popliteus) (bei *y* Fig. 138.) und vielleicht die kurze (?) lung des zweiköpfigen Muskels (Biceps femoris) (*s* Fig. 1 Oberschenkel und die Gesäßmuskeln das Becken nach hinten. Diej

[1]) Krause, a. a. O. S. 473.

Maaßbestimmungen des Gehens und Laufens. — Hal- 2997
wir uns an die Untersuchungen, welche die Gebrüder **Weber** über
n Gegenstand angestellt haben, so vergrößert sich die Neigung des
körpers nach vorn oder der Winkel, den die Achsenlinie der beiden
gelenke mit der von ihrer Mitte nach dem Schwerpunkte des Rum-
gezogenen Linie bildet, mit der Schnelligkeit des Fortkommens. Der
ame Gang [1]) hatte in einer Versuchsreihe 4°,9 bis 6°,6, der schnelle
bis 18°,6 und das Laufen 34°,1 bis 42°,7. Eine zweite Beobach-
ergab 5°,7 für das Gehen und 7°,2 bis 22°,5 für das Laufen. Die
ung des Rumpfes hängt nach jenen Forschern, wie die eines balan-
Stabes, von der Geschwindigkeit, mit der er fortgetragen wird, ab.
Hielt sich die Schrittlänge bei 0,730 Meter, so glichen im Durchschnitt 2998
enkrechten Schwankungen des Rumpfes 31,7 bei dem Auftreten mit
ganzen Fuße und 21,0 Mm. bei dem mit der Fußspitze. Die größte
ng oder Senkung des Schenkelkopfes betrug also 15,9 Mm. in dem
und 10,5 Mm. in dem zweiten Falle [2]). **Pelletan** [3]) fand im
l 22 Mm. für den Gesammtwerth dieser Schwankungen.
Unterstützt das eine Bein den Körper beim Gehen wie eine senkrechte 2999
e, während das andere gestreckt gegen den Boden stemmt, so kann
als die längere Kathete und dieses als die Hypothenuse eines recht-
ligen Dreieckes angesehen werden (§. 2978.). Die Verlängerung des
nden Beines, die natürlich mit der Größe des Schrittes zunimmt,
erbei im Stande, dem größten Werthe, der ihm überhaupt möglich
emlich nahe zu kommen. Glich z. B. seine Länge 860,3 Mm., wenn es
um Fußgelenke gestreckt war und der Schwerpunkt des Körpers bei
Stehen senkrecht über dem Hacken lag, so ergaben sich 980,1 Mm.,
man es bis zur Zehenspitze möglichst ausgestreckt hatte. Der letztere
h fiel mithin um 119,8 Mm. oder um $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}$ der Grundzahl grö-
ius. Betrug die Schrittlänge 607 Mm., so war jener Abstand 930
bei 850 Mm. des Schrittes 956 Mm. Die Geschwindigkeit des Fort-
iens glich aber in dem ersteren Falle 0,880 und in dem zweiten
Meter [4]).
Halten wir die Aehnlichkeit mit einem rechtwinkeligen Dreiecke fest, so 3000
n die Längen des senkrecht unterstützenden und des nach hinten ge-
en Beines hin, um den Winkel, den diese beiden Idealinien oben Bd I. Anhang Nr. 80.
n, zu berechnen. Die im vorigen Paragraphen angeführten Grund-
e geben dann 28°38′ oder beinahe $\frac{1}{3}$ eines Rechten für den oberen
$\frac{2}{3}$ für den unteren Winkel der Achsenlinie des möglichst stark nach
n gestreckten Beines. Das langsame Gehen, das §. 2998. angenom-
wurde, hätte hiernach 22°19′ und das schnellste Laufen 25°51′.
Halbirte die senkrechte Linie des unterstützenden Beines die Länge ei- 3001
infachen Schrittes, so müßte die kleinere Kathete jenes rechtwinkeligen

---

[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 234. 235.
[2]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 238.
[3]) Maissiat, a. a. O. pag. 72. 73.
[4]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 245.

mittelſt der er eine Strecke weit in der Luft ſchwebt. Wird ſie zw benutzt, ſo muß hierdurch das Fortkommen beſchleunigt werden.

2992 Die Schnelligkeit der Gangbewegungen wird ſchon dadurch b daß jeder Schritt oder jede halbe Spannungsweite des Beines ei lich beſtimmte Grenze hat und wenigſtens ſo lange, als eine he delſchwingung des Beines zu dauern pflegt. Der Läufer kann Raum durch die Wurfweite ſeines Körpers gewinnen; er iſt Stande, an Zeit zu erſparen, weil ſein Bein ſchon während d bewegung ſeine Schwingung anzufangen vermag. Vergeudet er einen Theil ſeiner Sprünge auf die ſenkrechte Erhebung, ſo kan hierdurch in ſolchem Grade ſchaden, daß er langſamer, als bei d fortkommt.

2993 W. und Ed. Weber [1]) ſuchen zwei Arten von Laufen zu u den. Steigt der Körper nur wenig mittelſt der Sprungbewegu ſchießt er in einer beinahe waagerechten Bahn dahin, ſo nenn Bewegungsweiſe den Eillauf. Wird dagegen der Menſch i Sprunge ſichtlicher in die Höhe geworfen, ſo kommt der Spru zu Stande.

2994 Der Zeitraum, während deſſen das Bein den Oberkörper trä bei dem Gehen länger, als der, in dem es dieſen mit ſeiner ei beſchwert. Das Laufen bietet eher das Umgekehrte dar. Man drei Abſchnitte, einen längeren, in dem das rechte Bein ſchwebt linke unterſtützt, einen zweiten kürzeren, in dem ſich beide Bei Luft befinden, und einen dritten, in dem das linke ſchwingt und ſtützt. Wird die Zeit, in der beide Füße den Boden verlaſſen, v dend klein, ſo fällt auch jeder ſcharfe Unterſchied zwiſchen dem La dem Gehen hinweg. Sie erreicht dagegen ihre bedeutendſte Größ Sprunglaufe und dauert hier ſelbſt länger, als die beiden ant ſchnitte zuſammengenommen. Jedes Bein vollführt dreierlei ve Thätigkeiten nach einander. Es ſtemmt in einem erſten kurzer ſchnitte, ſchwingt in einem zweiten längeren und berührt endlich den in einem kürzeren dritten, ohne zu ſtemmen [2]).

2995 Die Sprungbewegung, welche das Laufen fodert, macht es dig, daß das Bein zuerſt ſtärker gebeugt und hierauf kraftvoller dem Gehen geſtreckt werde. Der Oberkörper neigt ſich zugleich n vorn, um die Wurfbewegung zu erleichtern. Die Athmung ſt leicht auf Hinderniſſe. Die Unannehmlichkeiten, die hierdurch bed den, hemmen ſogar eher das Laufen, als die bedeutendere Kraftent der Muskeln, die hierbei in Anſpruch genommen wird.

2996 Die Pendelbewegungen der Arme nützen vorzugsweiſe bei v von Bewegung. Sie wirken wie Balancirſtangen, die das U verhüten und das Fortkommen begünſtigen. Der Arm biegt ſich dieſem Zwecke im Ellenbogengelenke, ſo wie er in ſeiner Schwing emporſteigt.

[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 61.
[2]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 79.

abes, von der Geschwindigkeit, mit der er fortgetragen wird, ab.
t sich die Schrittlänge bei 0,730 Meter, so glichen im Durchschnitt 2998
chten Schwankungen des Rumpfes 31,7 bei dem Auftreten mit
en Fuße und 21,0 Mm. bei dem mit der Fußspitze. Die größte
der Senkung des Schenkelkopfes betrug also 15,9 Mm. in dem
d 10,5 Mm. in dem zweiten Falle [2]). Pelletan [3]) fand im
2 Mm. für den Gesammtwerth dieser Schwankungen.
rstützt das eine Bein den Körper beim Gehen wie eine senkrechte 2999
während das andere gestreckt gegen den Boden stemmt, so kann
die längere Kathete und dieses als die Hypothenuse eines recht-
n Dreieckes angesehen werden (§. 2978.). Die Verlängerung des
n Beines, die natürlich mit der Größe des Schrittes zunimmt,
im Stande, dem größten Werthe, der ihm überhaupt möglich
ch nahe zu kommen. Glich z. B. seine Länge 860,3 Mm., wenn es
Fußgelenke gestreckt war und der Schwerpunkt des Körpers bei
en senkrecht über dem Hacken lag, so ergaben sich 980,1 Mm.,
n es bis zur Zehenspitze möglichst ausgestreckt hatte. Der letztere
l mithin um 119,8 Mm. oder um $1/7$ bis $1/8$ der Grundzahl grö-
Betrug die Schrittlänge 607 Mm., so war jener Abstand 930
850 Mm. des Schrittes 956 Mm. Die Geschwindigkeit des Fort-
glich aber in dem ersteren Falle 0,880 und in dem zweiten
ter [4]).
en wir die Aehnlichkeit mit einem rechtwinkeligen Dreiecke fest, so 3000
e Längen des senkrecht unterstützenden und des nach hinten ge-
Beines hin, um den Winkel, den diese beiden Idealinien oben Bd. I. Anhang Nr. 30.
u berechnen. Die im vorigen Paragraphen angeführten Grund-
ben dann 28°38′ oder beinahe $1/3$ eines Rechten für den oberen
für den unteren Winkel der Achsenlinie des möglichst stark nach
streckten Beines. Das langsame Gehen, das §. 2998 angenom-

Dreieckes dieser Hälfte gleichen. Die Berechnung stimmt hier nicht g
mit den Mittelangaben von Weber (§. 2999.). Wir erhalten 706
das langsame Gehen und 834 Mm. für das stärkste Laufen.

3002 Die größte Schrittlänge, die bei dem Gehen zu Stande kommt, g
nach Weber [1]) fast der halben Spannweite der Beine. Betrug die
schwindigkeit des Fortkommens 1,72 bis 2,36 Mm., so hob sich die
um 178 bis 173 Mm. [2]).

3003 Geht man so schnell als möglich, so dauert ein Schritt fast e
lange, als die halbe Pendelschwingung des Beines. Das Mittel v
Menschen ergab z. B. 0,3567 und die Hälfte von dieser 0,3534 S
den [3]). Der Bogen des schwingenden Beines überschreitet aber diese
grenze um so mehr, je langsamer wir gehen.

3004 Die Schrittlänge kann sich bei dem Laufen in bedeutendem
vergrößern. Die Schrittdauer dagegen pflegt sich nur wenig zu verä
Sie gleicht ebenfalls nur ungefähr der Zeit einer halben Pendelschwin
Ihr Werth sinkt hier auf 0,323 Secunden. Das Auftreten auf den
len kann zu 0,230 Secunden oder etwas mehr angeschlagen werden.
Hebung der Ferse gleicht im Mittel 337,5 Mm. Die senkrechten Sc
kungen des Rumpfes betragen nur 20 oder, wenn man sie aus der
höhe berechnet, 21,8 Mm. Die Streckung des stemmenden Beines v
ßert sich dafür. Sie soll sogar bei dem ruhigen Stehen das Mar
um 10 bis 15 Mm. übertreffen können [4]).

3005 Die Schrittdauer fällt bei dem Sprunglaufe größer, als bei dem
laufe aus. Lag. die Schrittlänge in den Versuchen der Gebrüder Web
zwischen 1,243 und 1,977 M. und die Geschwindigkeit zwischen 2,702
4,894 Mm., so schwankte die Schrittdauer von 0,460 bis 0,404 Secun

Eine mathematische Theorie des Gehens und Laufens geben W. und Ed. Web
a. a. O. S. 297 — 380. Vergl. auch die kurze Angabe der Hauptformeln in den
tingischen gelehrten Anzeigen. 1837. 8. Januar. S. 105 — 107.

Ueber die Gangbewegungen der Säugethiere s. Borelli, a. a. O. p. 198 flg.
shop, in Todd Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. London, 184
p. 451 flg. und Maissiat, a. a. O. p. 113 — 272.

Ueber das Fliegen der Vögel s. vor Allem die physiologischen und mathemati
Forschungen in dem Werke von J. J. Prechtl, Untersuchungen über den Flug der V
gel. Wien. 1846. 8. Die Verhältnisse des Widerstandes der Luft, die für das Flie
von so großer Bedeutung sind, bei dem Gehen dagegen einen untergeordneten Ein
haben, sind hier ausführlich berücksichtigt.

3006 Sprung. — Denken wir uns, eine elastische Feder stemme sich
dem einen Ende gegen eine feste, nicht nachgebende Unterlage, während
andere mit einem hinreichend starken Gewichte belastet ist, so wird sie
Druck in einem bestimmten Grade krümmen. Da aber Wirkung und
genwirkung gleich sind, so arbeitet die Feder mit derselben Kraft, die

[1]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 239. u. 246.
[2]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 243.
[3]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 254.
[4]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 291. 292.
[5]) W. u. Ed. Weber, a. a. O. S. 296.

Glieder und oft auch seinen Oberkörper einbiegt. Die schnelle und
Streckung wirft ihn dann in die Höhe. Die Gegenthätigkeit der
führt ihn später wieder zu dem Boden zurück. Er fällt in der
ir auf einen Theil des Fußes und hält seine Beine bei dem Her-
n in einer leicht gebogenen Lage, um die Stärke des Stoßes zu
Der Sprung wird daher auch die wenigste Gefahr darbieten,
Zehen allein die Erde zuerst berühren.

versteht sich von selbst, daß eine weiche Unterlage, in welche die 3008
der Streckung einsinken, das Springen erschwert oder hindert.
isches Seil, das im Schwingen begriffen ist, kann es im Gegen-
ünstigen, sobald es den Menschen gleichzeitig fortschleudert.

einzelnen Abtheilungen der Beine werden, bei dem Sprunge wo 3009
an beiden Enden gestreckt. Der Unterschenkel rollt daher nicht
m Fuß- und der Oberschenkel im Kniegelenke, sondern die Dre-
sen dieser Theile liegen im Verlaufe der Diaphysen ihrer Knochen.

vorbereitende Stellung und der Grad, in dem sich die einzelnen 3010
recken, wechseln, je nachdem man vorzugsweise in die Höhe oder
nach vorn oder nach hinten springen will. Soll die Körpermasse
n geschleudert werden, so neigen wir sie während der Vorbereitung
tenderem Maaße nach vorwärts. Steht das eine Bein vor dem
so wird das Ziel leichter, als wenn dieses nicht der Fall ist, er-
Der Mensch läuft zuerst eine Strecke weit vorwärts, um sich dann
her nach vorn zu werfen. Lassen wir den Luftwiderstand bei
wird der Mensch in einer parabolischen Bahn gleich einem Wurf-
dahineilen.

er Mensch kann weit weniger rückwärts, als vorwärts springen. 3011
seinen Oberkörper gerade oder biegt ihn selbst etwas nach hinten.
eckung des Knie- und vorzüglich des Fußgelenkes wird hier vor

Ueber die einzelnen Erscheinungen der Mechanik des Sprunges des Mens Borelli, a a. O. p. 205 — 214. G. R. Treviranus, in Tiedemann und Trev Zeitschrift für Physiologie. Bd. IV. Carlsruhe und Heidelberg, 1832. 4. S. 82. T Fig. 2. Bishop, a. a. O. S. 471 ffg. Helié in dem Journal de la section de cine de la société académique du Département de la Loire inférieure. Vol. III. 8. p. 257 — 282.

3 Kriechen und Klettern. — Beide Bewegungsarten benutz oberen Extremitäten nicht, wie die übrigen Gangweisen, zu Nebenz sondern überliefern ihnen von Zeit zu Zeit die Körperlast, damit gleich den Beinen säulenartig tragen. Sie erinnern daher in diese sicht an die Ortsveränderungen der Vierfüßer.

4 Ein Mensch, der auf ebenem Boden fortkriecht, gebraucht den Arm und bald darauf das entgegengesetzte Bein zur Fortbewegung rend die beiden anderen Extremitäten die Körperlast zu halten suche Bewegung ist nicht bloß unbequem, sondern fodert auch viel Zei die einzelnen unzweckmäßig gestellten Glieder nur kleine Schritte können und sich länger mit ihrer stützenden Thätigkeit aufhalten. größere Anstrengung und die ungewöhnlichen Verhältnisse der Glie müden auch bald in hohem Grade.

5 Das Klettern bildet eine andere Art von Kriechen auf anstei Boden. Die beiden Beine dienen im ersten Augenblicke als Stütz mit der Oberkörper vorgeschoben werden könne. Ist dieses geschel klammern sich die Arme an eine feste Stelle des Bodens, des B des Balkens. Sie liefern so die Haltpunkte, an denen sich die Körpermasse emporzieht. Die beiden oberen Extremitäten wirken hier zu der einen und die beiden unteren zu einer anderen Zeit.

6 Sucht der Mensch an einer nicht zu breiten runden Masse e klimmen, so bemüht er sich, sie, so sehr es angeht, mit den Gliede als Halter dienen sollen, zu umfassen. Er benutzt hierbei nicht l Beuger, sondern auch die Anzieher. Der Unterschied des Baues, Hände und die Füße in dem Menschen und den Affen darbieten, l Besten, wie wenig wir ursprünglich für diese Bewegungsweise l sind.

Geht ein Amputirter an zwei Krücken, so schwingt er den unter beiden Ar unterstützten Körper, während sein Bein gebogen ist, nach vorn. Die Dreh liegt hierbei in der Linie, welche die oberen Endpunkte der Stützen verbindet. Arme an den Stäben befestigt sind, so hat diese Gangweise eines der vor Merkmahle mit dem Kriechen oder Klettern gemein. Die breiten Rückenmus tissimi dorsi) (*b* Fig. 138.), die jetzt ihren festen Punkt an den Oberarmen find vorzugsweise den Anstoß, der die Schwingung des Körpers einleitet. Ist sie hat der Mensch das Bein auf den Boden gesetzt, so dreht er die Arme, mit die Krückenstäbe fest hält, im Schultergelenke nach vorn und überholt so mit vorgeschrittenen Fuß. Bedient sich ein solcher Kranker nur einer Krücke, so gleichsam um den Stab, der die Achselhöhle unterstützt, oder er sucht den m Theil seines Beines zu ersetzen, indem er den Stock so nahe als möglich an seine andrückt. Vergl. Bd. I. §. 243.

Ein hölzernes Bein erfüllt noch vollständiger den letzteren Zweck. Da abe lenkigkeit des Kniees mangelt, so muß das verstümmelte Glied, wenn es vorw rückwärts schreiten will, seinen Bogen nach außen hin beschreiben (§. 2979.). keln des Oberschenkels strengen sich hierbei mehr, als bei dem Gehen an. Ist

ɜt ein Körper eine elaſtiſche Maſſe mit einer gewiſſen Kraft und 3018
gkeit, ſo arbeitet dieſe in der entgegengeſetzten Richtung zurück.
hren Feind in dieſer Bahn fortzuſtoßen. Die Größe der thä-
fläche des angreifenden Körpers, deren Kraft und Geſchwin-
Schwereverhältniſſe des Ganzen, die Dichtigkeit und die Spann-
ɜetroffenen Flüſſigkeit beſtimmen vor Allem den Erfolg dieſer
ɜen Einwirkung. Es hängt von ihnen ab, ob die anregende
der Flüſſigkeit ſchwebt oder ob ſie in einer beſtimmten Bahn
n wird.

:n wir an, daß die durchſchnittliche Eigenſchwere des Menſchen 3019
ɜt (Bd. I. §. 55.), ſo übertrifft ſie die des Waſſers um eine
e Größe. Die ſtärkere Füllung der Lungen, die Schnelligkeit
aft der paſſenden Gegenbewegungen können hier den Unterſchied
gleichen. Thiere von verhältnißmäßig ſchwererer Körpermaſſe
eſe Weiſe zu ſchwimmen im Stande. Begünſtigt auch keines-
Bau des Menſchen dieſe Bewegungsweiſe, die zu ſeinem Auf-
f dem Lande nicht paßt, ſo macht doch wenigſtens die Uebung
ſen Grad von Vollkommenheit im Schwimmen möglich.

ɜ dagegen verhält es ſich mit dem Fliegen. Da die Atmoſphäre
) Mal ſo leicht, als das Waſſer iſt (Bd. I. §. 163.), ſo können
rganismen, die beſonders hierfür geeignet ſind, längere Zeit in
ılten oder ſie in beliebiger Richtung durchſchneiden.

Schwimmen ſtimmt in ſofern mit dem Kriechen und dem Klet- 3020
n, als auch in ihm die Arme eben ſo weſentliche Rollen, wie
übernehmen. Die Wurfbewegungen aber, die es häufig zu Hilfe
ern in mancher Beziehung an die Erſcheinungen des Sprunges.
muskeln müſſen hier überdieß viel Luft in die Lungen führen

Iſt es ihnen aber nur möglich, kleinere waagerechte Bogen zu beſchreiben, ſo benutzen in dieſer Hinſicht die Arme die ausgedehnten Vortheile, welche das Schultergelenk gewährt (§. 2900.). Sie trennen daher die Waſſermaſſe in weiteren Strecken, als die Beine. Ihre großen Bogen werden vorzüglich bei dem rudernden und ſchlagenden, ihre Biegungen dagegen bei dem kriechenden Schwimmen zu Hilfe gezogen. Arbeiten ſie mit ungleichen Kräften, ſo beſtimmen ſie die ſeitliche Neigung des Körpers. Sind nur ein Arm oder ein Bein thätig, ſo ſinkt der Körper nach der Seite der Waſſerfurche hinab.

3023 Die Hand kann ſich hierbei freier drehen, als der Fuß. Dieſer bewegt ſich jedoch oft genug in ähnlicher Weiſe innerhalb der ihm vorgeſchriebenen engeren Grenzen. Da der hintere Schienbeinmuskel (Tibialis posticus) den inneren Fußrand kräftiger anzieht, ſo wurde er auch deshalb mit dem Namen des Schwimmmuskels (Nauticus) bezeichnet.

3024 Der Rumpf krümmt und ſtreckt ſich in vielen der hier auftretenden Bewegungen. Dieſe Thätigkeit deſſelben begünſtigt unmittelbar das Fortkommen im Waſſer. Der ſteife Oberkörper giebt aber auch zugleich feſte Anhaltspunkte für die Gliedmaaßen, welche die Hauptveränderungen ausleiten.

Ueber einzelne Bewegungen, die in den verſchiedenen Arten des Schwimmens angenommen werden, ſ. J. P. Barthez, Neue Mechanik der willkührlichen Bewegungen des Menſchen und der Thiere. Aus dem Franzöſiſchen überſetzt von Kurt Sprengel. Halle, 1800. S. 313 — 323. Vergl. auch Borelli, a. a. O. S. 246 — 378. J. Prechtl, Unterſuchungen über den Flug der Vögel. Wien, 1846. 8. S. 167. Abbildung der reſultirenden Linien, die das gewöhnliche Schwimmen bedingt, findet z. B. in A. Baumgärtner, Die Mechanik in ihrer Anwendung auf Künſte und Gewerbe. Wien, 1834. 8. Taf. I. Fig. 5. Vergl. auch S. 17. deſſelben Werkes.

Stimme und Sprache.

1. Akustische Vorbegriffe.

Allgemeine Bedingung der Tonerzeugung. — Das Wesen 3025
Schalles setzt voraus, daß ein Stoß oder ein vorübergehender mecha-
her Eingriff das Gleichgewicht in den Theilen einer elastischen Masse
hören im Stande ist. Die Atome werden dann im Augenblicke der
ung wechselseitig genähert oder entfernt. Ihre Elasticität, die den
heitsmomenten entgegenwirkt (§. 2797.), bemüht sich später, sie an
früheren Ort zurückzuführen. Sie schwingen deshalb in gleichzeitigen
en, deren Umfang von der Stärke des Stoßes und der Größe des
chen Widerstandes ursprünglich abhängt. Er nimmt nach und nach
mehr die Elasticität die Oberhand gewinnt, je mehr lebendige Kraft
die Mittheilung der Stöße an benachbarte Körper verloren geht.
ngen sich die Erschütterungen bis zu unserem Ohre fort, so erzeugt sich
eigenthümliche Empfindung, die wir unter der Benennung des Hörens
en.

Wir bezeichnen die Eindrücke, die wir auf diesem Wege erhalten, mit 3026
schiedenen Worten, je nachdem unser Ohr die Regelmäßigkeit des Vor-
ges wahrnimmt oder nicht. Wir werden nämlich später sehen, daß
, wenn auch nicht unmittelbar, doch mittelbar unterscheiden, wie viel
wingungen auf die Secunde kommen. Diese Auffassung hat ihre Gren-

Es giebt einen kleinsten und einen größten Zahlenwerth, den die
hütterungen nicht überschreiten dürfen, wenn unsere Gehörwerkzeuge
e ihre Eigenthümlichkeit mit Bestimmtheit erkennen sollen. Wiederholen
nun die Stöße innerhalb dieses Bezirkes in regelmäßiger Weise und
den sie nicht gleichzeitig durch andere unpassende Erschütterungen gestört,
rhalten wir die Empfindung eines musikalischen Tones. Geht
egen die Einfachheit der Bedingungen verloren, weil zwei Körper in
entlich verschiedener Weise schwingen oder einer ungleiche Stoßbewe-
gen macht, so erzeugen sich jene Geräusche, die wir als Brummen,
narren, Zischen, Brausen u. dgl. bezeichnen. Ein feineres Ohr kann
bei bisweilen noch Töne unterscheiden oder umgekehrt unangenehmer
ührt werden, während beides in einem unempfindlicheren Gehörwerk-
ge hinwegfällt. Ein einfacher Stoß endlich führt zu dem allgemeinen
druck eines Schalles oder Knalles, je nachdem die Schwingun-
stärker oder schwächer sind und einen größeren oder kleineren Wellen-
fang besitzen.

3027 Beherrscht ein gewisser Grad von Regelmäßigkeit alle untergeordn Vorgänge, so macht die Tönung einen angenehmen Eindruck. Greifen gegen andere unpassende Schwingungsweisen gleichzeitig ein oder so diese verwickelteren Bestimmungsgliedern, welche die harmonische Auffa stören, so geht auch die Freude der Wahrnehmung verloren. Der einer gut gestimmten Saite unterscheidet sich auf diese Weise von Schrillen, das den Strich eines an einer Glasplatte dahingleitenden G stabes begleitet.

3028 Die gewöhnliche Art der Tonerzeugung beruht darauf, daß ein stischer Körper einen Anstoß empfängt und nun vermöge seiner Span selbstständig fortschwingt. Sie hat aber nicht immer diese nachfol Thätigkeit nöthig. Wiederholen sich die Stöße eines weniger elast Körpers mit hinreichender Schnelligkeit und Regelmäßigkeit, so kann ebenfalls zum Ziele gelangen.

3029 Der Druck verdichtet die tropfbaren Flüssigkeiten in unmerk Grade (Bd. I. §. 164.). Sie verlieren hierdurch den größten Thei Compressionselasticität, die den Gasen in so hohem Maaße zukommt(§. §. 71. und 163.). Man pflegt sie daher sogar in diesem unelastisch zu nennen. Sie eignen sich aber dessenungeachtet zur T dung unter den oben erwähnten Verhältnissen.

Eine von Cagniard-Latour angegebene Vorrichtung, die Sir macht es möglich, daß ein Strom von Wasser oder einer anderen F keit z. B. 10, 100 Mal und noch häufiger in $\frac{1}{10}$ Secunde oder ein deren kleinen Zeiteinheit unterbrochen und wiederum freigelassen Eine bestimmte entsprechende Tönung begleitet dann diesen Wechsel. Versuche von Wertheim[2]) lehrten ebenfalls, daß eine von verdi Luft gestoßene Wassersäule bestimmte Töne hervorzubringen im Stan

3030 Sollen feste Körper unter dem Einflusse von Stößen tönend schwingen, so müssen ihre Molecularverhältnisse und ihre Form n hierzu nöthige Bedingungen erfüllen. Die Grundlage des Ganzen ein gewisser Grad von ursprünglicher oder durch Spannung ange Elasticität. Das Vorherrschen einer oder zweier der körperlichen A messer über den dritten begünstigt die Sicherheit des Erfolges.

Ein dicker Metallstab, eine starke Glasscheibe, eine aus diesen S verfertigte Glocke besitzt den nöthigen Cohäsions- und Elasticitätsgrad die Tonschwingungen fodern. Nur mechanische Widerstände, die ihr wegungen hemmen, ändern auch die Laute, die sie sonst zu erzeugen gen. Eine dünne Saite von Metall oder von einer organischen F eine thierische Haut dagegen kann erst ihre Kräfte, wenn sie in gehö Maaße angespannt ist, vollständig entwickeln. Aeußere Bedingungen sen ihr den nöthigen Molecularzustand, der ihr sonst mangelt, zu verl suchen. Die geringe Dicke erleichtert aber hier die Ortsveränder der Theilchen, die der Schall voraussetzt.

[1]) Eine Abbildung derselben s. in Pouillet-Müller's Lehrbuch der Physik. Auflage. Bd II. Braunschweig. 1843. 8. S. 51.

[2]) Wertheim, in L'Institut. Paris. 1847. 4. Nro. 693. p. 126.

Die Compressionselasticität (Bd. I. §. 71.) verleiht vor Allem den 3031
sen die Fähigkeit, die zur Tonbildung erfoderlichen Schwingungen vor-
ehmen und fortzupflanzen. Es können daher die musikalischen Instru-
nte eben so gut auf den zitternden Bewegungen fester, als auf denen
tisch-flüssiger Körper fußen.

Da die Schwingungen Wellen bilden, die sich nach den für diese gül- 3032
n Gesetzen dem Ohre mittheilen, so pflegt man sie auch mit dem Na-
n der Schallwellen zu bezeichnen. Die schwingende Masse, die den
n anregt, kann in Beugungs- oder in Verdichtungs- und Ver-
nnungs-, in Molecularwellen verfallen.

Wird z. B. eine gespannte Saite so angeschlagen, daß sie sich in drei
he Stücke sondert und daß jedes von diesen in den Bäuchen v und v'

Fig. 146.

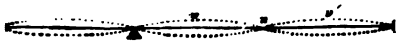


Fig. 147.

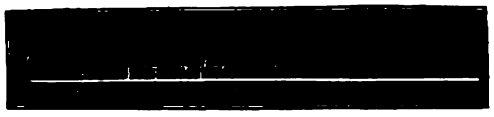
Fig. 146. hin- und herschwingt, so beschreiben diese Theile Beugungswellen. Nehmen wir an, eine äußere Gewalt habe den Punkt b Fig. 147. nach b' gezogen, so wird dieser, wenn die Wirkung nachläßt, mit beschleunigter Geschwindigkeit an seinen früheren Ort b zurückzu-
n suchen. Hat er diesen erreicht, so bleibt er hier nicht ruhig liegen. Trägheitsmoment seiner angeregten Bewegung (§. 2796.) oder die
gte Geschwindigkeit treibt ihn weiter fort. Seine Schnelligkeit nimmt von b nach b'' ab, weil die Elasticität immer mehr entgegenwirkt. die größtmögliche Entfernung in b'' erreicht worden, so muß jetzt jene Triebkraft werden. Der Punkt geht daher wieder mit beschleunigter hwindigkeit nach b und mit verzögerter nach b'. Es entsteht so eine e von pendelartigen Schwingungen. Ihr Umfang oder ihre Weite nimmt um so mehr ab, je mehr lebendiger Kraft die Mittheilung der ße an benachbarte Körper, wie die Luft, aufgezehrt hat. Es tritt endzuletzt das Gleichgewicht der Ruhe ein.

Die größte einseitige Entfernung des Molecüls von seinem ursprüngn Orte, mithin bb' oder bb'', bestimmt den Werth einer einfachen oder halben, das Doppelte dieser Größe dagegen oder der Maximalabstand ganzen Bahngrenzen $b'b''$ den einer ganzen oder einer vollständigen wingungs- oder Wellenweite oder Oscillationsamplitude. Jede halbe wingung verhält sich zur anderen nachfolgenden, wie eine positive zu negativen Größe Bleibt sich die Schwingungsdauer gleich, so muß Schnelligkeit der Bewegung des Molecüls mit der Weite $b'b''$ zunen.

Denken wir uns dagegen, ein Stempel ps Fig. 148. gehe in der mit

Luft gefüllten sehr langen Röhre $bdtt'$ hin und her, so daß er ersten Zeiteinhei und nach der zw der in s angel so wird er das einfach, wie ei unelastischen Kö stoßen, sondern

Fig. 148.



der Compressionselasticität desselben verdichten oder verdünnen. wir zuerst ein Luftmolecül, das unmittelbar an s grenzt, so Verdichtung bei dem Vorrücken von s immer mehr steigen, bis wisses Maximum erreicht hat. Es wird wieder in seinen frühere zurückkehren, so wie seine Elasticität durch die Mittheilung an e bartes Molecül frei wirken kann. Wir können uns daher diese rung und die nachfolgende Rückkehr der Ruhe oder die verhält Verdünnung unter dem Bilde von bb' und bb'' Fig. 147. vorstel Dichtigkeitswechsel wird sich aber von Molecül zu Molecül fort

Nehmen wir nun an, er schreite während der Zeiteinheit rückens des Stempels von s nach a fort, so haben wir die W sa. Der vorderste Punkt s ist schon wieder zur Ruhe gekomm entgegengesetzte Ende a befindet sich noch in dem anfänglichen der Ruhe. Seine Verdichtung soll eben beginnen. Da dieser von Molecül zu Molecül weiter geht, so ergiebt sich von selbst größte Veränderung in der Mitte der Welle liegen wird. Di Hälfte derselben muß sich wieder zur hinteren, wie eine positive negativen Größe verhalten. Stellen wir uns die Zustände ihrer mittelst der gleichen Ordinaten xx' und yy' Fig. 148. vor, so in demselben Maaße aus der Verdichtung in das frühere Verh rückkehren, als yy' aus dem ursprünglichen Zustande in das de tung übergeht. xx' drückt das Streben nach verhältnißmäßige nung und yy' das nach Verdichtung aus. Man sieht hieraus, die Molecularwellen unter denselben mathematischen Bildern, wie gungswellen auffassen lassen.

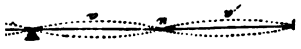
303.3 Wiederholt sich eine Art von wiederkehrender Bewegung und demselben Orte, so spricht man von stehenden Schwin Die Unruhe, in die ein einseitig eingeklemmter Stahlstab, den m stoßen hat, verfällt, gehört zu dieser Klasse von Erscheinungen. kreuzt sich das Dichtigkeitsmaximum einer einfallenden Luftwelle Verdünnungsmaximum einer zurückgeworfenen, so bildet sich eine Beziehung stehende Welle. Die Lufttheilchen erleiden hier k änderung ihres inneren Gefüges. Sie können aber dessenungea und her schwingen. Die gedeckten Pfeifen, deren Länge in einem b Verhältnisse zur Wellenlänge ihres Grundtones stehen, eigenen Besten diesen Fall zu versinnlichen [1]. Durchkreuzungspunkte en

[1] [illegible] Grundriß der Physik und M Braunschweig 1846 8 S. 174 179

jungswellen werden eben so zu stehenden Wellen von dieſen
l. §. 3037.).

igt ein Körper in einer Reihe einzelner Bruchſtücke, ſo bleiben 3034
ı derſelben in Ruhe. Man nennt ſie die **Knotenpunkte.**
Saite unter den eben erwähnten Vorausſetzungen, ſo verharrt

Fig. 149.



n Fig. 149. an ſeinem früheren Orte, während jedes Molecül der Bäuche *v* und *v'* den §. 3032. geſchilderten Schwankungen unter-

Stückchen Papier oder ein ſogenannter Reiter, den man auf
t, fällt aus dieſem Grunde nicht herab.

ie Knotenpunkte für die Saiten, das ſind die **Knotenlinien** 3035
: Platten oder für geſpannte Häute, mit einem Worte für
denen die Dicke gegen die Länge und die Breite zurücktritt.
iſchen Klangfiguren können ſie am Beſten verſinnlichen. Die
e des Sandes, des Bärlappſamens, der Miſchung von Lacmus
, die aufgeſtreut wurden, werden von den bewegten Stellen
ert. Sie häufen ſich dafür in der Nachbarſchaft der Kno-

Fig 150.

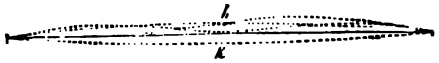
tenlinien an. Da die Verhältniſſe der tönenden Häute für die Phyſiologie der Stimme und des Gehörs von Wichtigkeit ſind, ſo wollen wir uns in Fig. 150. eine Reihe von Klangfiguren, die Savart an viereckigen ausgeſchnittenen Membranen beobachtet hat, verſinnlichen. Die Punkte bezeichnen die Bahnen der Knotenlinien. Geht man in jeder waagerechten Reihe der Fig. 150. von einer Seite zur anderen fort, ſo erhält man die mannigfachen Bilder, die verſchiedenen Tonhöhen entſprechen.

ın eine Saite angeſchlagen, ſo liegen die Beugungswellen vor- 3036
er Quere nach, wie es Fig. 149. andeutet Der Theil der
einen Bauch bildet, wird zugleich ausgedehnt. Er ſucht ver-
Elaſticität zu ſeiner früheren Länge zurückzukehren. Die Deh-
er elaſtiſche Widerſtand werden von dem Anzugspunkte bis zu
ungsſtelle, und zwar in entgegengeſetzter Richtung, arbeiten.
ı ſich auf dieſe Weiſe neue Wellen, die der Länge nach ver-
. ähnliche Verhältniſſe in anderen feſten Körpern der mannig-
m wiederkehren können, ſo unterſcheidet man zunächſt trans-

versale oder quere und longitudinale oder Längenschwingungen. Es können aber noch außerdem drehende Schwingungen vorkommen. Sie entstehen vorzugsweise, wenn sich neue Hindernisse der freien Wirkung der queren Erschütterungen entgegensetzen [1]).

3037 Bebt eine Saite im Ganzen oder in ihren beiden Hälften, die durch h und h' Fig. 151. begrenzen, so hindert dieses nicht, daß untergeordnete Wellen einzelne Saiten derselben gleichzeitig ergreifen, daß verschiedene Theile rascher als das Ganze in demselben Augenblicke schwingen. Dieß auf den ersten Blick befremdende Verhältniß ergiebt sich als Nothwendigkeit aus der höheren mathematischen Analyse der Erscheinungen. Die Erfahrung bestättigt auch den Schluß der Theorie. Man hört bisweilen jene untergeordneten eigenthümlichen Schwingungen als Nebentöne. Sie können sogar in der Aeolsharfe eine Grundtönung bedingen.

Fig. 151.



3038 Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles. — Erinnern wir uns der §. 3032. gegebenen Erläuterungen, so werden wir einsehen, wie die Elasticität der Molecüle, welche die Stöße aufnehmen und abgeben, einen wesentlichen Einfluß auf die Geschwindigkeit, mit der sich ein Ton in einem bestimmten Mittel fortpflanzt, ausübt. Stehen Spannkraft und Dichtigkeit in keinem immer gleichartigen Verhältnisse, so tritt

Anhang Nr. 125. diese als zweites Bedingungsglied auf. Newton schloß in der That, daß dann die Fortpflanzungsgeschwindigkeit durch die Quadratwurzel des Quotienten der Elasticität und der Dichtigkeit, d. h. durch die Quadratwurzel der sogenannten specifischen Elasticität, ausgedrückt werden kann. Führt man hiernach die Rechnung für die atmosphärische Luft durch, so erhält man 279,3 Meter für 0° C. und für eine Secunde der Fortpflanzung. Die Erfahrung ergiebt aber, wie wir bald sehen werden, 331 bis 333 Meter. Es müssen daher hier noch andere Nebenerscheinungen das Ergebniß wesentlich ändern.

Laplace suchte den Grund dieser Abweichung in der Wärmeentwickelung, die jede Verdichtung eines Gases begleitet. Die Erhöhung der Temperatur vergrößert die Spannkraft der Gase und der Dämpfe (Bd. I. §. 180.). Es hängt aber von Wärmecapacität der Luftart (Bd. I. §. 29[illegible] ab, wie viel Wärmegrade durch irgend eine Einwirkung frei werden. Dieses zweite Bedingungsglied wechselt mit der Temperatur (Bd. I. S. 151

Laplace verbesserte daher die Newton'sche Formel in der Art, daß er die Fortpflanzungsgeschwindigkeit aus der Quadratwurzel des Productes der specifischen Elasticität und des Quotienten der Wärmecapacität bei beständigem Volumen und der unter beständigem Drucke berechnet. Legt man die älteren Erfahrungen von Clément zum Grunde, so erhält man dann 311,8 Meter Secundengeschwindigkeit der Luft von 0° C., mit

---

[1]) Duhamel, in dem Repertorium der Physik. Bd. VI. Berlin, 1842. 8. S. 15—17.

chon einen annähernd richtigeren, obgleich noch immer nicht genügen-
Werth.

Nimmt man das Mariotte'sche Gesetz überall an, so wird die
chiedenheit des Druckes, abgesehen von den Temperaturverhältnissen,
fortpflanzungsschnelligkeit eines Gases nicht ändern, weil Spannkraft
Druck oder Dichtigkeit in gleichem Grade fallen oder steigen. Da
aber auch Ausnahmen des Mariotte'schen Gesetzes kennt (Bd. I.
3.), so ergiebt sich von selbst, daß jener Ausspruch keine allgemeine
gkeit besitzt.

Die Wärme, welche die Spannkraft der Gase vergrößert, wird auch 3039
ortpflanzungsgeschwindigkeit erhöhen. Arago [1]), der seine Untersu-
n in Verbindung mit mehreren anderen Forschern anstellte, fand
3 Meter für atmosphärische Luft von 16° C. Wir erhalten hieraus
r 0° C. gültige Schnelligkeit, wenn wir jene 340,88 Meter durch
Quadratwurzel des um 1 erhöhten Productes der Temperaturgrade Anhang Nr. 125.
es Ausdehnungscoefficienten theilen. Nehmen wir den Letzteren zu
665 an (Bd. I. §. 344.), so haben wir 331,30 Meter für 0° C.
Die übrigen Beobachtungen weichen hiervon nicht wesentlich ab. Be-
t man die Erfahrungen von Moll und van Beek [2]) nach jenem
en Ausdehnungscoefficienten, so erhält man 332,25 Meter. Bra-
und Martins [3]), die ihre Versuche zwischen dem Brienzer See und
Faulhorn anstellten, kamen auf 332,37 Meter. Wertheim [4]) berech-
330 bis 332 Meter.

Die von Kendal [5]) in den nördlichen Polargegenden vorgenommenen
suchungen lehrten, daß die Formel, nach der man die Fortpflanzungs- Anhang Nr. 125.
vindigkeit des Schalles der Luft eines gewissen Kältegrades auf die
0° C. zurückführt, mit der Erfahrung übereinstimmende Werthe liefert.
e Beobachtungen beziehen sich auf — 2°,5 C. bis — 40°,56 C. Zieht
das Mittel aus den hierbei gefundenen Größen, so erhält man
5 Meter für 1° C. Die Theorie fodert 0,599 Meter.

ber diese Verhältnisse s. Muncke, in Gehler's physikalischem Wörterbuche. Bd. VIII.
, 1836. 8. S. 478. Vergl. auch Dove und Moser's Repertorium der Physik.
V. Berlin, 1842. 8. S. 105 — 107.

Es ergiebt sich von selbst, daß auch noch andere Einflüsse, wie z. B. 3040
römungen oder der Feuchtigkeitsgehalt (Bd. I. §. 180 fgg.), der die
nkraft der Atmosphäre ändert, auf die Schallgeschwindigkeit wirken
n. Weht ein Wind in der Richtung des Schalles, so wird hierdurch
chnelligkeit der Mittheilung verstärkt. Sie verzögert sich dagegen bei
hr entgegengesetzten Bahn der Luftströmung. Greift ein beschleuni-
r Windstoß die Schallwellen unter einem schiefen Winkel an, so sinkt

---

rago, in den Annales de Chimie et Physique. Tome XX. p. 210.
ehler's physikalisches Wörterbuch. Bd. VIII. S. 395.
ravais und Martins, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Sè-
ie. Tome XIII. Paris, 1846. 8. p. 25.
Vertheim, a. a. O. p. 127.
ehler's physikalisches Wörterbuch a. a. O. S. 399.

sein Einfluß um so mehr, je näher seine Stoßrichtung einem Rechten
Sadebeck[1]), der die hierfür gültigen mathematischen Formeln entw
bemerkte, daß die Wirkung bei 90° nicht Null und selbst nicht ein
einem Minimum wird. Der Winkel aber, bei dem seine Wirkun
verschwindet, steht einem Rechten sehr nahe. Er gleicht nach jen
scher 89°43′11″ für 10 Fuß oder 3,1 Meter Geschwindigkeit des
und 89°9′33″ für 9,3 Meter Schnelligkeit des Luftstromes.

3041 Die Theorie fodert, daß sich der Schall im Wasser 1428 M
der Secunde fortpflanze. Colladon und Sturm fanden auch
That bei ihren Untersuchungen 1435 Meter. Die Geschwindigk
hiernach 4,3 Mal so groß, als in der Atmosphäre. Wertheim
merkt jedoch, daß die Zahlen, zu denen ihn seine Beobachtungen
haben, bedeutend kleiner ausfallen. Manche frühere Zweifel, d
jenen Werth angeregt wurden, scheinen sich auch hiernach zu besti

3042 Chladni fand durch mittelbare Berechnungen, daß sich die Sch
in Fischbein $6^2/_3$, in Zinn $7^1/_2$, in Silber 9, in Messing, Nußbaum-
Eichen- und Pflaumenholz $10^2/_3$, in irdenen Pfeifenröhren 10 bis
Kupfer 12, in Birnbaum- und Rothbuchenholz $12^1/_2$, in Akazien
Hagenbuchen-, Ulmen-, Erlen- und Birkenholz $14^2/_5$, in Linden- un
baumholz 15, in Weiden- und Pinienholz 16, in Glas, Eisen un
$16^2/_3$ und in Tannenholz 18 Mal so schnell, als in der Luft v
Diese Angaben fußen auf einem von E. H. und W. Weber be
Theorem, welches die Tonhöhen eines longitudinal schwingenden fe
bes und die einer gleich langen Luftsäule mit den Verhältnissen de
geschwindigkeit in Beziehung bringt[3]). Biot und Martin beo
daß 10,5 den gußeisernen Röhren zukommt. Man hört deshalb
Schwingungen, die sich in den Wänden von diesen fortpflanzen
als den Ton der in ihnen eingeschlossenen Luftsäule.

Eine Zusammenstellung der in dieser Hinsicht noch von Savart, La
und Tredgold angegebenen Werthe findet sich in dem Repertorium der Physi
Berlin, 1842. 8. S. 106. 107.

3043 Höhe, Stärke und Klang der Töne. — Die Zahl der
gungen bestimmt die Höhe der Töne. Bleibt das Mittel, dem di
wellen angehören, dasselbe, so nimmt die Länge der Wellen mit
der unter sich gleichen, auf dieselbe Zeiteinheit kommenden Schw
ab. Höhere Töne haben deshalb kürzere Schallwellen. Ihre
Größe richtet sich aber nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des
in dem sie weitergehen. Sie fallen deshalb unter sonst gleichen
nissen in Gasen am Kürzesten und in festen Körpern am Längsten

Die Stärke des Tones hängt von der Schwingungsweite
Grade der Ausweichung eines jeden Molecüls ab. Da dieser A

---

[1]) Sadebeck, in der Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der schlesisch
schaft für vaterländische Cultur im Jahre 1844. Breslau, 1844. 4. S. 171
[2]) Wertheim, a. a. O. p. 127.
[3]) Siehe das Nähere in Pouillet-Müller, Lehrbuch der Physik und Me
Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 84. 85.

gsdauer nicht verändert (§. 3032.), so ergiebt sich von selbst, des Atom mit größerer Geschwindigkeit während eines starken, ıd eines schwachen Tones derselben Art bewegen wird. Ein e hohe oder tiefe Ton kann demgemäß stärker oder schwächer Man hat hingegen noch nicht die Ursachen, von denen der ıngt, mit Sicherheit ermittelt. Die Moleculareigenschaften der ın Masse üben in dieser Hinsicht den größten Einfluß aus.

rtpflanzungsgeschwindigkeit ist die Ausdehnung, in der sich die Ver- ıerhalb einer bestimmten Zeiteinheit von Molecul zu Molecul mittheilt. an, *sc* Fig. 152. sei die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Luft für eine Secunde der Zeit, so wird *s* in dem ersten und der andere Endpunkt *c* nach dem letzten Augenblicke der Secunde in Unruhe gerathen. Wir nennen aber Wellenlänge den Umfang oder die Wegstrecke, innerhalb welcher die Verände-

Fig. 152.

› der Dauer einer vollständigen Schwingungszeit des zuerst angeregten Mo- t. Betrüge diese eine ganze Secunde, so würde auch die Wellenlänge mit fallen. Gliche sie dagegen nur $^1/_3$ Secunde, so hätten wir die Wellenlängen *bc* oder $^1/_3$ *sc*.

wir die Schwingungsdauer als beständig an, so ergiebt sich von selbst, daß ıge von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit abhängen muß. Wäre diese 10 als *sc*, für ein zweites Mittel, so würden auch die Drittheilstücke *sa*, *ab*, o lang ausfallen. Bleibt umgekehrt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit *sc* ıuß die Wellenlänge von dem Bruchtheile der Zeit abhängen, den eine voll- vingungsdauer des Molecüles *s* in Anspruch nimmt. Sie bildet mithin den verhältnißmäßigen Beziehungen der Zeit der Schwingung eines Atomes bewegung der Veränderung längs einer Reihe gleichartiger Atome.

Begriffe nicht bloß für die Erscheinungen des Schalles, sondern auch für s von Bedeutung sind, so wollen wir sie uns noch durch eine bildliche An- er zu machen suchen. Denken wir uns, wir hätten einen kleinen Körper in unkte der Fig. 153. gezeichneten Abbildung in das Wasser geworfen, so wird sich die Wellenbewegung in einer Reihe von Kreisen ausbreiten. Diese stellen den Ausdruck der Fortpflanzung der Erschütterung, nicht aber einer entsprechend weiten Fortbewegung der Theilchen selbst dar. Ein Molecül, das früher im Mittelpunkte lag, befindet sich nicht nach Verlauf der ersten Welle in *a*. Es schwingt nur in einem kleinen Bezirke, hat aber seine Unruhe bis *a* verbreitet. Nehmen wir an, es hätten sich vier Wellenberge, welche die ganzen und vier Wellenthäler, welche die punktirten Kreise ausdrücken, in einer Secunde erzeugt, so werden sich die verschiedenen, ihnen angehörenden Molecüle in demselben Augenblicke in den gleichen Schwingungszuständen in den ausgezogenen und wiederum in anderen gleichen in den punktirten Kreisen befinden. Die Fort-

Fig. 153.

hwindigkeit kann durch den Halbmesser, den wir uns von dem Mittelpunkte sten ganzen Kreise geführt denken, die Wellenlänge dagegen durch den Ab- je zwei ausgezogenen oder je zwei punktirten Kreisen ausgedrückt werden. Molecül nur eine Schwingung, so würde nur eine Welle in dem letzten Secunde an dem äußersten Umfange bemerkt werden. Ist dieses nicht der n die Molecüle der letzten Wellen ihre Bewegung nur ein Mal, die der i Mal, die der folgenden drei Mal und die der innersten vier Mal in jener

Zeit durchgemacht. Je eine punktirte Linie oder ein Wellenthal muß aber einer h Wellenlänge entsprechen.

Bleibt die Elasticität des Mittels in allen Richtungen die gleiche, so wird di Erschütterung, die wir uns in den Mittelpunkt versetzt denken, in Kugelschichte einer der Fortpflanzungsgeschwindigkeit entsprechenden Schnelligkeit verbreiten. Be wir den Halbmesser derselben auf eine gewisse Zeiteinheit, so erhalten wir die rpflanzungsgeschwindigkeit. Bestimmen wir die Dicke, an deren beiden Enden die cille die gleichen Verhältnisse darbieten, so haben wir die Wellenlänge. Fällt d die Elasticität des Mittels nach den verschiedenen Richtungen des Raumes ungleic so werden sich auch nicht mehr die Wellen kugelförmig verbreiten. Geht endli Welle in einem Mittel von anderer Elasticität weiter, so muß sich ihre Fortpflan geschwindigkeit und mithin auch ihre Länge ändern.

Wir sind endlich noch im Stande, die Art, wie jedes einzelne Molecül sc auf zwei Richtungen zu beziehen. Denken wir uns, es bewege sich nur in einer hin und her, so kann diese mit einer Ebene eines Halbmessers der Kugelschich sammenfallen oder sie senkrecht schneiden und daher mit den Berührungsebenen d geloberflächen übereinstimmen. Wir werden in der Lehre von dem Sehen finde dieser Unterschied eine gewisse Bedeutung für die Beziehungen des Gesichtes u Gehörs besitzt. (Vgl. §. 3369.)

3044 Nehmen wir die Schwingungszahl, die einem Grundtone zuk zur Einheit, so hat die nächst höhere Octave gerade das Doppelte Werthes. Die ganzen Töne, die zwischen je zwei Octaven liegen, sprechen gewissen Bruchtheilen, die jedoch nicht stetig wachsen. S wir die ihnen angehörenden Zahlen übersichtlich in gemeinen und i cimalbrüchen zusammen, so erhalten wir:

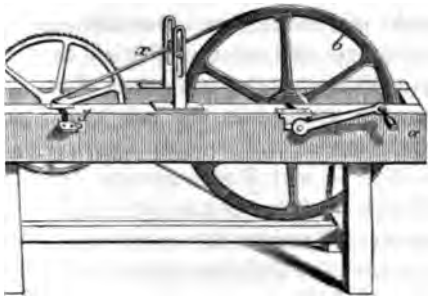
Ganze Töne Bezeichnung	deutsche	c	d	e	f	g	a	h
	italienische	ut	re	mi	fa	sol	la	si
Verhältnißmäßige Schwingungszahlen	in gemeinen Brüchen	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8
	in Decimalbrüchen	1,000	1,125	1,250	1,333	1,500	1,666	1,87

c bis d giebt die Secunde, c bis e die Terz, c bis f die Q c bis g die Quinte, c bis a die Sexte und c bis h die Sep Die Terz, die Quinte, der Grundton oder die Octave erzeuge Consonanz oder einen Accord, die Secunde oder die Septi gegen und der Grundton eine Dissonanz.

Die halben Töne und die anderen dazwischen liegenden Tön sprechen untergeordneten Bruchtheilen, deren Werthe mehr oder i sicher auf dem Erfahrungswege ermittelt worden sind. Der A Anhang Nr. 126. Nr. 126. liefert die zuverlässigsten Zahlen, die man bei diesen Ben gen erhalten hat.

Der Gebrauch der §. 3029. angeführten Sirene setzt uns in den Stand, di der Töne mit der dazu gehörenden Zahl der Stöße zu vergleichen. Eine von S angegebene Vorrichtung erfüllt den gleichen Zweck. Ein festes Gestell *a a* Fi

Fig. 154.



trägt zwei Räder. Das eine *b*, das durch eine Kurbel gedreht werden kann, verbindet sich mit dem anderen *d d* mittelst eines endlosen Riemens *x*. *d* besitzt eine Reihe von Zähnen, von denen jeder bei dem Umdrehen gegen eine vorstehende, in der Abbildung angegebene Platte stoßen kann. Weiß ich nun z. B., daß *d* 500 Zähne hat und sich 10Mal dreht, während *b* einen einzigen Kreisbogen beschreibt, so werden 5000 Stöße auf diesen kommen. Die Tonhöhe

der Schwingungen lassen sich auf diese Weise in Beziehung bringen. Man leicht, daß schon wenige Stöße, von denen jeder nur $\frac{1}{5000}$ Secunde den hohen Ton erzeugen müssen.

man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, die ein gewisses Mittel 3045
gestattet, so läßt sich auch hieraus die Wellenlänge, die einem
ne für diesen Fall zukommt, berechnen. Wir sahen (§. 3039.),
r Hinsicht die Luft von 0° C. 332,37 Meter giebt. Durch-
er Ton diesen Weg in einer Secunde und macht gleichzeitig
gewöhnlichen Stimmgabel oder das $\overline{a}$ des Gesanges 880
en, so werden jeder Welle $\frac{332{,}37}{880}$ oder 0,38 Meter zukommen.
gegen 18 Mal so lang in Tannenholz ausfallen (§. 3042.).
ben schon früher (§. 3037.) bemerkt, daß Nebentöne außer 3046
ne entstehen, wenn eine Saite im Ganzen und in einzelnen
hzeitig schwingt. Es klingt dann z. B. die Octave oder die

Die Flageoletttöne, die Laute der Aeolsharfe, der Pfeifen,
und selbst der menschlichen Stimme führen bisweilen zu ähn-
inungen. Sie kommen nicht selten dadurch zu Stande, daß
Körper harmonische oder disharmonische Schwingungen in
en veranlaßt.

rhältnisse, die wir unter dem Namen der Resonanz kennen, 3047
hieran genau an. Ist eine Masse senkrecht mit einer an-
nden, so erzeugen longitudinale Schwingungen der einen
veiten und umgekehrt. Feste Körper erzittern durch Schall-
Luft und diese kann auch von jenen in Thätigkeit versetzt
e mitgetheilten Schwingungen verstärken den Ton, sobald ihre
geeigneten Merkmahle besitzen. Sie geben ihm dann einen
ng und machen ihn hörbarer oder angenehmer. Sie sind es,
lesonanz der musikalischen Instrumente, der akustisch gebauten
der einzelnen Theile der Stimmwerkzeuge und des Gehör-
ngen.

n. — Die Dichtigkeit, die Länge, die Dicke und die Größe 3048
den Kräfte bestimmen hier die Menge der Schwingungen und

[illegible] [illegible] Töne [illegible] §. [illegible]. Halten wir uns an [illegible] gemeine Erfahrung, welche die [illegible]-Gesetze nach den von Lag[illegible] an Saiten [illegible] mathematischen Betrachtungen erge[illegible] finden wir [illegible] die Schwingungszahl einer [illegible] gleichen Neben[illegible] per gerade mit der Quadrat-Wurzel der [illegible] Gewichte u[illegible] stehe mit der Länge oder der Dicke. [illegible] wie mit den Quadra[illegible] der Durchmesser zu oder umgekehrt.

[illegible] Da die Töne [illegible] Mal [illegible] mit Schwingungen, als der [illegible] [illegible] [illegible]

Haut kann jedoch nicht unbedeutende Veränderungen herbeiführen.

ingende Luftmaſſen. — Wird eine verhältnißmäßig lange 3051
an ihrem einen Ende zu wiederholten Malen in hinreichend
räumen angeſtoßen, ſo bilden ſich hin und hergehende tönende
gs- und Verdünnungswellen. Einzelne Knotenpunkte, in denen
Molecularveränderungen auftreten, trennen ſie nicht ſelten von
Die hierbei vorkommenden Erſcheinungen erinnern in mancher
die Bebungen, die feſte Körper unter den gleichen Bedingun-
ten. Man bemerkt jedoch hier nur longitudinale, nicht aber
drehende Schwingungen (§. 3036.).

öne eines großen Theiles der Blasinſtrumente rühren von den Be- 3052
der in ihnen enthaltenen Luftſäule her. Die meiſten Akuſtiker
ar an, daß dann die Beſchaffenheit der Wände für die Höhe
gleichgültig iſt und daß ſie bloß den Klang deſſelben beſtimmt.
die Luftſäule genau die gleiche Länge, ſo erhält man dieſelbe
Höhe der Laute, das Rohr ſelbſt mag aus Metall, Holz oder
fertigt ſein. Die von Savart[1]) angeſtellten Beobachtungen
och gegen die Allgemeinheit dieſer Anſicht. Beſteht das Rohr
weicheren Stoffe, z. B. aus Pergament, ſo erhält man einen
n Ton, als wenn es von Metall oder Holz iſt. Erſchlafft man
de durch Waſſerdämpfe, ſo ſinkt noch ſelbſt der Ton um zwei
efer, als er urſprünglich war. Die Tonhöhe ändert ſich ſelbſt
das Pergament nur einen Theil der Wand einnimmt[2]).

Luftſäule läßt ſich am Einfachſten in die nöthigen Schwingun- 3053
en, wenn man eine an dem einen Ende geſchloſſene und mit
gefüllte Röhre an ihrer Mündung anbläſt. Die Töne, die
Fläſchchen, ein Schlüſſel, eine Hirtenflöte giebt, entſtehen auf
. Die Pfeifen werden von einer Endöffnung aus angeſprochen.

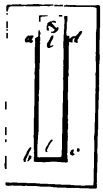
offene Röhre giebt, ist eben so lang, als das Rohr selbst. Ein ei
geschlossener oder gedeckter Cylinder von gleichem Längendurchmesser
gen hat die nächste tiefere Octave zum Grundtone. Es ergiebt sic
aus, daß hier die Wellenlänge doppelt so groß, als die Röhrenlän
muß §. 3043. 3044.).

Ist eine Orgelpfeife 32 rheinländische Fuß lang, so entspricht dieses 10,8
Gleicht die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Luft 337,37 Meter bei 0° C. (
so giebt ihr tiefster Ton 33,13 Schwingungen in der Secunde (§. 3043.). M
nur 32 Erschütterungen anzunehmen, um mit einfachen, durch 2 theilbaren
rechnen zu können. Wir wollen aber in der Folge den näheren Werth 33,
einzelne neuere französische Akustiker voraussetzen, den späteren Berechnu
Grunde legen.

3055 Die Länge der Röhre oder die der in ihr enthaltenen Luftsäu
nicht das ausschließliche Bestimmungsglied der Tonhöhe. Sie hä
mehr auch von der Stärke des Stoßes, des Blasens oder des A
ab. Nimmt man die Schwingungszahlen des Grundtones zur
so geben dann offene Röhren Töne, die durch vollständige vielfa
ben derselben, mithin durch 2, 3, 4, 5 ausgedrückt werden, gedec
ren dagegen nur solche, die den Werthen 1, 3, 5, 7, 9 entspre
in ungeraden Zahlen fortgehen. Diese höheren Töne werden dal
dingt, daß die Schwingungsknoten an bestimmten Stellen der erz
Luftsäule verändernd eingreifen [1]).

3056 Zungenwerke. — Eine einfache Zunge besteht aus einer
chend festen oder gespannten und elastischen Blatte, *ll* §
das einseitig angeschraubt ist und gegen eine entsprech
ße Oeffnung *abcd* spielen kann. Jeder mit hinr
Kraft versehene Wind versetzt sie in Schwingung
Strömung des Gases wird hierdurch zugleich abwech
schränkt und freigelassen. Die Mundharmonika kann
einfachste Form anschaulich machen.

Fig. 156.



3057 Enthält eine Röhre eine Zunge an einer bestimmt
ihres Verlaufes, so kann noch die in ihr eingeschlossene Luft
Schwingungsverhältnisse ändern. Man bezeichnet diese verwickelt
richtung mit dem Namen eines Zungenwerkes.
giebt uns z. B. das Modell einer Zungenpfeife. Die
vorrichtung *a* befindet sich in dem Stopfen *b*. Der A
durch das unter ihm liegende Rohr ein, setzt die
Bewegung und dringt endlich zu *t* heraus.

Fig. 157.

3058 Wir haben §. 3030. gesehen, daß ein Metallstab o
teres Schallwellen erregen kann, eine Haut oder ei
dagegen eines gewissen Grades von Spannung bed
Tonschwingungen zu erzeugen. Dieser Unterschied
die Zungenblätter ebenfalls wieder. Man kann si
auch tönende Zungen verfertigen, wenn man ein c
Stücke von Kautschuk oder von Schlagaderhaut nac

[1]) Siehe das Nähere bei Biot, a. a. O. S. 91 — 108 und
Müller, a. a. O. S. 43 — 50.

Müller, wie es Fig. 158. zeigt, über der Mündung eines Rohres so
pannt, daß zwiſchen ihnen nur eine feine Spalte übrig bleibt.

Fig. 158.

Die ſtarren einfachen Zungen ſchwingen im Weſentli- 3059
chen nach Weber wie feſte Stäbe. Bleibt ſich ihre Maſſe und ihre Dicke gleich, ſo verhalten ſich die Schwingungszahlen, wie in den ſtabförmigen Körpern d. h. umgekehrt, wie die Quadrate der Längen. Die Stärke des Luftſtromes hat hier keinen weſentlichen Einfluß auf die Höhe der Töne. Die Größe der Spalte bleibt ebenfalls gleichgültig.

Befindet ſich die Zunge vor einem Anſatzrohre, ſo wirkt ſie auf die 3060
ſem enthaltenen Luftſäule und umgekehrt. Das Nebenſtück vertieft
den Ton. Dieſe Erniedrigung der Laute hört aber bei einer ge-
t Länge mit der nächſten Octave auf. Verlängert man das Rohr
mehr, ſo kehrt der Schall auf ſeinen früheren Grundton zurück. Daſ-
Mittel kann ihn aber dann von Neuem erniedrigen.

Ein ausgeſpannter dünner Kautſchukſtreifen ſchwingt nach Müller[1]) 3061
Art einer Saite. Breitere Blätter, deren Oberfläche ſtarre Platten
entheils decken, führen zu ähnlichen Erſcheinungen. Die Verſuche,
mer Forſcher an elaſtiſchen vollſtändigeren Blättern anſtellte, bezogen

g. 159. Fig. 160.

ſich auf einlippige und zweilippige Zungen. Eine feſte Platte ſtand in dem erſteren Falle, wie es Fig. 159. zeigt, einer elaſtiſchen geſpannten Haut gegenüber, während zwei meiſt gleich geſpannte Blätter, wie es Fig. 160. angiebt, die enge Spalte in dem zweiten Falle begrenzten. Gebrauchte Müller ein Corpus oder eine Anſatzröhre, ſo wurde ſie an das Mundſtück ſo angeſchoben, daß ſich die Zunge in ihrem Anfangstheile befand.

Das ſtärkere Anblaſen erhöhte den Ton in der Fig. 159. gezeichneten 3062
ichtung. Er erhob ſich nur um zwei halbe Töne bei einem Kaut-
latte, ſtieg dagegen um eine Quinte bei einer naſſen Arterienhaut[2]).
owius[3]) erhielt eine Quarte an der gemeinſchaftlichen Halsſchlag-
des Menſchen.

Sind die beiden Hautſtücke der Fig. 160. dargeſtellten Zunge gleich 3063
geſtimmt, ſo vernimmt man bei dem Blaſen einen etwas tieferen Ton,
venn man eine für ſich anſpricht. Weichen ſie in ihrer Stimmung
o bemerkt man in der Regel nur einen Ton. Er geht von dem Stücke,
am Leichteſten zu ſchwingen vermag, aus. Beide Zungen können je-
einen Ton erzeugen, oder zwei verſchiedene bemerkbare Tönungen
hmen laſſen

Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. Coblenz, 1837. 8. Seite 154.

Joh. Müller, a. a. O. S. 153.

K. F. S. Liskowius, Physiologie der menschlichen Stimme Für Aerzte und Nichtärzte. Leipzig, 1846. 8. S. 50.

3064 Fügt man eine Ansatzröhre hinzu, so kommt es im Wesentlich ähnlicher Erscheinungen, wie in den tieferen Zungen. Die Vertiefun der Klangfarbe machen sich auch hier mit der Verlängerung des C bemerklich. Es fehlt aber jene scharfe Regelmäßigkeit und Bestän welche die tiefen Pfeifen darbieten, weil die häutigen Zungen eine ger gleich bleibende Stimmung besitzen. Läßt man die Ansatzröhre und verlängert dafür die Windlade, die das Zungenwerk anspricht, tieft sich der Ton ebenfalls bis zu einer gewissen Grenze, die jedo hier die Oktave nicht erreicht. Er springt später wieder zu dem tone hinauf[1].

3065 Die Schwingungen der Zungenblätter und die sich wiederh Stöße der Luft betheiligen sich in dieser Art von Tonbildung gle Es ist jedoch noch nicht vollkommen entschieden, welches von diese Gliedern die Hauptrolle übernimmt. Die bis jetzt bekannten Th machen es am Wahrscheinlichsten, daß die Luftstöße und nicht die der zitternden Zungenblätter den entscheidenderen Einfluß ausüb

2. Stimmbildung.

3066 **Allgemeine Einrichtung der Stimm-Werkzeuge.** die Stimme mit dem Athmen zusammenzufallen pflegt, so fül die Betrachtung des Baues der Gebilde zu einer Reihe natürlicher V mit unseren künstlichen tönenden Verrichtungen. Die Lungen, die ein ihrer Luft austreiben, werden der Windlade, die Luftröhre dem W die unteren Stimmbänder, welche nur die feine Stimmritze offen einer zweilippigen häutigen Zunge, die über ihnen liegenden Ge Kehlkopfes, des Mund- und des Nasenrohres endlich einer An entsprechen. Die Stimmwerkzeuge gleichen daher einem Blasein das mit Zungen und einem Cornus versehen ist.

3067 Die Lungen dienen ursprünglich dem Athmen, die Nase dem und die Gebilde der Mundhöhle den verschiedenen Erscheinunge die Nahrungseinnahme begleiten. Wollte die Natur die Luft di besondere Oeffnung in die Athmungswerkzeuge einströmen lass hierzu die Mundrachenhöhle benutzt werden, so war ein Verbindu wie ihn die Luftröhre darstellt, unerläßlich. Der Kehlkopf allein für die Stimmbildung Bedeutung. Er tritt auch da her die Lauterzeugung an die Lungenathmung gebunden ist. Der G ner Ausbildung bestimmt das Maaß der Töne, die ein Gesch vorzubringen vermag, in wesentlicher Weise. Die Natur he Stimmkasten, der die Zungen enthält und der selbst als Reso zeug thätig sein kann, an dem Orte eingeschaltet, an welchem wendigen Nebenbedingungen seiner Wirksamkeit von Theilen, die deren Zwecken dienen, geliefert werden können.

---

[1]) Joh. Müller, a. a. O. Seite 156 — 171. Repertorium der Physi Seite 70) — 75.

[2]) Vergl. hierüber A. Seebeck, in dem Repertorium der Physik. Bd. VI. S

weglichkeit, die den einzelnen Stücken der Stimmwerkzeuge ge- 3068
erleiht ihnen einen Grad von Vollkommenheit und Vielseitig-
ne unserer künstlichen Vorrichtungen je erreichen wird. Die
die Stärke des Windes beliebig ändern. Der Grad ihrer Er-
die Ortsveränderungen des Kehlkopfes und z. Thl. der Luft-
n Stande, die Länge der Windlade wechseln zu lassen. Die An-
Mundrachenhöhle können sich in der verschiedensten Weise ein-
so die mannigfachsten Sprachlaute herbeiführen. Ist aber
rch ein vielseitiges Spiel möglich gemacht worden, so gewinnt
s Stimmwerkzeug seine wahre Höhe der Vollendung durch
chkeit, welche den einzelnen Theilen des die Zungen einschlie-
ımkastens gewährt worden ist.

opf. — Da die Masse eines mitschwingenden Körpers den 3069
önung bestimmt, so wechselt auch diese Eigenschaft der Stimme
offe, aus dem die Gebilde des Kehlkopfes in den mannigfachen
ıd in den verschiedenen Lebensaltern bestehen. Die Haupt-

g. 161.

Fig. 162.

stücke, welche dem Ganzen einen festen Halt verleihen, der Ringknorpel (Cartilago cricoidea) (*a* Fig. 161. u. 162.) u. d. Schildknorpel (Cartilago thyreoidea) (*bb* Fig. 161.) bestehen vorzugsweise aus ächtem Knorpel in dem gesunden Menschen. Die Stimme ändert sich daher auch mit der Verknöcherung jener Gebilde. Die Gießbecken- oder

orpel (Cartilagines arytaenoideae (*cc* Fig. 162.) besitzen noch
hen Bau. Die rundlichen oder Santorinischen und die keil-
er Wrisberg'schen Knorpel dagegen gehen entschiedener in Fa-
ber. Die zahlreichen Bandmassen, die an dem Kehlkopfe vor-
chnen sich dadurch aus, daß sich häufig elastisches Gewebe mit
n Fasern vermengt. Sie können hierdurch bei passenden Ge-
nachgeben und in der Folge zu ihrem früheren Zustande zu-
Die Eigenthümlichkeit des Stoffes übt aber auch wahrscheinlich
tlichen Einfluß auf die Schwingungen selbst aus.

timmbänder (Ligamenta vocalia s. thyreo-arytaenoidea in- 3070
ig. 162.), welche die Stimmritze (Glottis) (*f* Fig. 162.) begren-
die Hauptzungen des Kehlkopfes. Die Taschenbänder (Liga-
eo-arytaenoidea) (*gg* Fig. 162.) dagegen haben, wie wir

ſeben werden, eine untergeordnete Bedeutung. Daſſelbe gilt v
Kehlkopftaſchen (Ventriculi morgagnii), deren Eingang in Fig. 1
ſchen *e e* u. *f f* angegeben worden iſt.

3071 Dreht man das kleine Horn des Schildknorpels auf dem S
rel, ſo daß der obere Ausſchnitt des Erſteren nach unten und
richtet wird, macht der Ringknorpel die entſprechende Bewegung,
der Schildknorpel ruht oder geben die Gießbeckenknorpel nach h
außen, ſo ſpannen ſich die Stimmbänder in ſtärkerem Maaße.
webe geſtattet dann auch eine gewiſſe Verlängerung. Wendet
Schildknorpel nach hinten und unten oder neigen ſich die Gießb
pel nach vorn, ſo erſchlaffen jene Zungen.

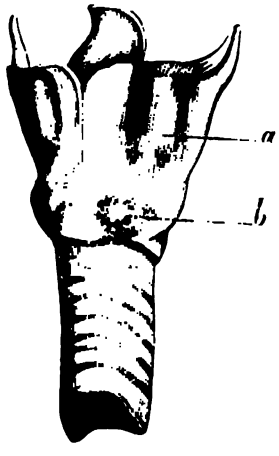
3072 Verlängern ſich die Stimmbänder, ſo wird die Stimmritze l
meiſt auch ſchmäler. Ihre Breite nimmt dagegen zu, ſo wie ſich
beckenknorpel nach hinten und außen drehen.

3073 Sind alle Theile in der Leiche erſchlafft, ſo hat die Stimm
mehr oder minder lanzettähnliche Geſtalt. Nähern ſich die Schn
pel wechſelſeitig, ſo rücken die Stimmbänder hinten ſo ſehr zuſam
hier die Spalte gänzlich verſchwinden kann. Da nun die künſ
die natürliche Tonbildung dieſen theilweiſen Abſchluß in vielen F
ausſetzt, ſo unterſcheidet man häufig zwei Gebiete der Stimm
hintere Abtheilung wird nicht ganz paſſend mit dem Namen
mungs- und die vordere mit dem der Stimmſpalte (Glo
ratoria u. g. vocalis) bezeichnet.

3074 Kehlkopfmuskeln. — Wir haben ſchon §. 2843. fgg. die
welche den Kehlkopf im Ganzen heben oder ſenken, kennen gel
bleibt uns daher nur noch übrig, die kleineren Muskelgebilde, w
einzelnen Stücke des Stimmbehälters zweckmäßig einſtellen, durch

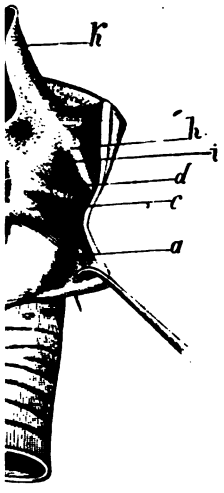
3075 Wirken die beiden Ring-Schildknorpelmuskeln Cric
dei (*b* Fig. 163. und *a* Fig. 164.) gemeinſchaftlich und gleichf

Fig. 163.



nähern ſie den oberen Rand de
theiles des Ringknorpels den
des Schildknorpels. Die Taſt
dehnen ſich hierbei. Die Mor
Ventrikel werden vorn niedriger
ten etwas flacher. Die wicht
kung beſteht aber darin, daß
Stimmbänder der Länge nach
werden. Wenden überdieß die
Ring-Gießkannenmuskel
arytaenoidei postici (*b* Fig.
Gießbeckenknorpel nach hinten
ſo muß ſich noch die Span
Stimmbänder vergrößern. D
Muskelgruppen ziehen dann
punkte mit entgegengeſetzten Kr

Fig 164.



Die Schildgießkannenmuskeln 3076
(Thyreoarytaenoidei) (*d* Fig. 164.) und die häufig mit ihnen verschmolzenen seitlichen Ring-Gießkannenmuskeln (Crico-arytaenoidei laterales) (*c* Fig. 164.) führen die Gießbeckenknorpel nach vorn und erschlaffen daher die Stimmbänder, wenn sie im Ganzen wirken. Der Schildgießkannenmuskel (Thyreoarytaenoideus) ist vielleicht auch noch im Stande, auf die benachbarte Morgagnische Tasche zu drücken, ihren Umfang zu verkleinern und ihren Schleim herauszupressen. Der Theil, welcher in der Stimmbandfalte liegt, vermag möglicher Weise den Innenrand derselben gerade zu machen und so die Stimmritze in geringem Grade zu verengern.

ere Gießkannenmuskel (Arytaenoideus transversus) (*e* 3077
) die weniger selbstständigen schiefen Gießkannenmuskeln
i obliqui) (*fg* Fig. 164.) nähern einander die beiden Gießbecken-
: schließen daher vorzüglich die hintere Hälfte der Stimmritze,
Athmungsglottis besonders unterscheidet (§. 3073.). Die in-
[der Ring-Schildknorpelmuskeln (Crico-thyreoidei)
, *a* Fig. 164.) können wahrscheinlich dieselbe Veränderung in
g gespannten Stimmglottis einleiten. Arbeiten die Schild-
ımuskeln (Thyreoarytaenoidei) (*d* Fig. 164.), die schie-
: quere Gießkannenmuskel (Arytaenoidei obliqui und
(*efg* Fig. 164.) gemeinschaftlich, so erschlaffen die Stimm-
end die Stimmritze kürzer und enger wird. Manche Forscher
ıher auch jene Gruppe von Verkürzungsgebilden als einen
skel der Stimmritze (Sphincter glottidis).
rlängerung der Stimmritze ist den Ring-Schildknorpel- 3078
Cricothyreoidei) (*b* Fig. 163., *a* Fig. 164.) und den hin-
g-Gießkannenmuskeln (Cricoarytaenoidei postici) (*b*
e Verkürzung dagegen den Schild-Gießkannenmuskeln
ıenoidei) (*d* Fig. 164.) und den seitlichen Ring-Gieß-
skeln (Cricoarytaenoidei laterales) (*c* Fig. 164.) über-

ıbeuger des Kehldeckels (*k* Fig. 164.), der vorzüglich
hildkehldeckelmuskel (Thyreoepiglotticus) (*h* Fig. 164.) und
kendeckelmuskel (Arytaenoepiglotticus) (*i* Fig. 164.) besteht,
:hldeckel herab. Er wirkt aber nicht unmittelbar auf die
: und die Stimmritze.
)rechen oder Singen nimmt die Muskeln und die übrigen Ge- 3079
)lkopfes in höherem Maaße, als das ruhige Athmen in An-

ſpruch. Man kann daher auch vorausſetzen, daß ein regerer Stoffwech
wenn die Stimmwerkzeuge Töne hervorbringen, durchgreifen werde. T
ſes bewog Erdl [1]) und manche frühere Forſcher, die Verhältniſſe des Bl
kopfes mit denen der Schilddrüſe in Beziehung zu bringen. Athmet
Menſch wie gewöhnlich, ſo nimmt dieſe Blutdrüſe ſo viel Blut, als ih
gewöhnlichen Umfange entſpricht, auf. Spricht oder ſingt er dagegen,
können der Kopfnicker (Sternocleidomastoideus) (*a b* Fig. 141.), der St
ter-Zungenbeinmuskel Omohyoideus) (*α* Fig. 131.), der Bruſtzungen
muskel Sternohyoideus) (*β* Fig. 131.) und vorzüglich der Bruſtſ
knorpelmuskel Sternothyreoideus) (*γ* Fig. 131.) die Schilddrüſe zu
mendrücken. Eine gewiſſe Menge Blutes, das ihr ſonſt zugedacht iſt,
auf dieſe Weiſe abgeleitet. Der Kreislauf kann ſo mit größerer Geſch
digkeit die benachbarten Kehlkopfgebilde durchſetzen.

Da die Ausrottung der Schilddrüſe das Sprechen des Menſchen
erſchwert und die Stimme der Thiere nicht verändert (Bd. I. §. 1
ſo dürfte dieſe Anſicht kaum angenommen werden können. Die S
thiere haben zwar im Allgemeinen eine kleinere Schilddrüſe, als der M
Dieſer Theil fehlt aber auch nicht denjenigen Geſchöpfen, welche fa
anhaltende Laute von ſich geben. Man vermag nur zuzugeben, da
oben erwähnten Muskeln und vorzüglich der Bruſtſchildkorpelmuskel
nothyreoideus, ſo wie vielleicht zum Theil der bisweilen vorhanden
ber der Schilddrüſe Levator glandulae thyreoideae) auf das Org
drücken im Stande ſind [2]). Es iſt jedoch noch nicht bekannt, welcher
ſich hiermit verknüpft. Man kann kaum mit Bell [3]) annehmen, daß
durch die Stimme gedämpft werde.

3080 Verhalten des lebenden Kehlkopfes während
Stimmbildung. — Legt man eine weite Luftröhrenfiſtel in einer
ninchen oder Hunde an, ſo verliert das Thier ſeine Stimme, ſo w
Oeffnung Umfang genug hat, um den größten Theil der Ausathm
gaſe in hinreichend kurzer Zeit durchtreten zu laſſen. Daſſelbe ke
dem Menſchen wieder. Soll eine Perſon, die an einer bedeutenden
röhrenfiſtel leidet, ſprechen, ſo muß zuerſt ein paſſender Verband di
benöffnung verſtopfen. Iſt dieſe dagegen ſo klein, daß deſſenung
der Hauptſtrom der Luft durch den Kehlkopf geht, ſo kann dieſe Vor
maaßregel ohne Nachtheil ausbleiben.

3081 Entfernt man alle über den Stimmbändern liegenden Theile des
geſchnittenen Kehlkopfes und ſchont hierbei ſelbſt nicht die Morgagn
Taſchen, ſo erhält man noch reine Töne, wenn man das Ganze vo
Luftröhre aus anſpricht. Die Stimmbänder müſſen nur in entſprech
Maaße geſpannt und die Stimmritze in eine feine Spalte verwandel
Man kann in dieſen Verſuchen die Luftröhre vollkommen entfernen.
man das Windrohr in den unterſten Theil des Kehlkopfes, ſo bleib

---

[1]) Erdl, in den Münchener gelehrten Anzeigen. München, 1847. 4. Nro. 34.
[2]) Vergl. ſchon Alb. Haller. De partium c. h. fabrica et functionibus. Tom
Bernae et Lausannae, 1778. 8. p. 244 u. 271.
[3]) Ch. Bell, in den Philosophical Transactions for the Year 1832. London, 4.

Tönung möglich [1]). Es ergiebt sich schon hieraus, daß die häutigen
en, die wir als Stimmbänder bezeichnen, eine wesentliche Rolle über-
en. Die Taschenbänder und die übrigen Gebilde des Kehlkopfes er-
n dagegen nur eine untergeordnete Bedeutung. Die Taschenbänder
n daher auch in einzelnen Säugethieren, wie in dem Rinde, dem
afe oder dem Hirsche, hinweg, während nur die ächten Cetaceen gar
e Kehlkopfzungen besitzen.

Diese Erscheinungen erklären es, weshalb eine Halswunde, die ober-
der Stimmbänder fällt, oder unvollständige Verwachsungen, die unter
n liegen, die Stimmbildung selbst nicht unmöglich machen.

Soll ein Ton erzeugt werden, so darf die Breite der Stimmritze eine 3082
ffe eng gezogene Grenze nicht überschreiten. Stehen die unteren
mbänder zu weit von einander ab, so ruft ein starker von unten her
nder Wind rauhe Reibungsgeräusche und keine vollkommene Tönungen
or. Dieser Satz läßt sich schon an dem todten Kehlkopfe klar machen.
cht man die weite Stimmritze, wie sie sich ohne Vorbereitung in Lei-
darzubieten pflegt, an, so erreicht man keine Tonbildung. Bringt man
gen künstlicher Weise die Gießkannenknorpel zusammen, so daß die
ungsglottis verschlossen und die Stimmglottis zu einer feinen Spalte
kgeführt wird, so erhält man reine Töne. Sie stimmen sogar mit
t, welche das lebende Geschöpf der gleichen Art giebt, mehr oder min-
ibereein. Man erreicht bisweilen den gleichen Erfolg, wenn die Stimm-
eine feine Spalte ihrer ganzen Länge nach bildet und daher die Ath-
gsglottis nicht vollkommen geschlossen ist. Die Versuche gelingen je-
dann nach Müller [2]) seltener. Es versteht sich von selbst, daß die
mbänder in allen diesen Fällen in einem gewissen Grade angespannt
müssen.

Verunglückte Selbstmordversuche oder ausgedehnte Zerstörungen haben 3083
gewiesen, daß diese Erscheinungen in dem lebenden Menschen wieder-
n. Versuchten solche Kranke zu sprechen, so bemerkten z. B. Mayo
Rudolphi, wie sich die Stimmritze in eine linienförmige Spalte
andelte. War das eine Stimmband zugleich verletzt, so nahm auch
Oeffnung eine unregelmäßigere Form nach Mayo an. Kann man die
end der Gießbeckenknorpel erblicken, so sieht man, wie sich diese mit
n Innenrändern bei Sprechversuchen einander zuwenden, damit die Ath-
gsglottis geschlossen werde.

Man hat bis jetzt noch nicht die Breite, welche die Stimmritze wäh- 3084
der Tonbildung besitzt, in lebenden Menschen oder Thieren gemessen.
Angabe von Kempelen [3]), daß sie nicht 2,2 bis 2,7 oder ungefähr
Millimeter überschreiten dürfe, wenn noch eine Tönung möglich blei-
soll, ging wahrscheinlich nur aus theoretischen Voraussetzungen hervor.

---

[1]) Joh. Müller, a. a. O. S. 180.
[2]) Joh. Müller, a. a. O. S. 184.
[3]) Wolfgang von Kempelen, Mechanismus der menschlichen Sprache nebst Beschreibung seiner sprechenden Maschine. Wien, 1791. 8. S. 81. 82.

allein oder in Verbindung mit den hinteren Ring-Gieß-
keln (Crico-arytaenoidei postici) (*b* Fig. 164.) thätig sein
dieselbe Veränderung vermag so die doppelte Grundbedingun
Tönung fodert, gleichzeitig einzuleiten.

Legt man die Stimmbänder in einem Hunde oder Ka
und zwingt das Thier zum Schreien, so sieht man bisweilen
gungen, in welche jene häutigen Zungen verfallen. Man ka
ches Mal bemerken, wie sich der Vordertheil des Ringknorpel
knorpel nähert. Die Ring-Schildknorpelmuskeln (Cr
(*b* Fig. 163. u. *a* Fig. 164.), von denen diese Ortsverände
suchen die Stimmbänder stärker anzuspannen.

3086 Töne der Stimmbänder des todten Kehlkopf
man die straff angezogenen Stimmbänder eines Säugethieres
man ungefähr die Laute, welche dem Geschöpfe im Leben eig
kann so bis auf einen gewissen Grad das Bellen des Hun
Grunzen des Schweines nachahmen. Die Tönung, welche d
Kehlkopf giebt, erinnert zwar an die Menschenstimme. Der
scheidet sie jedoch noch wesentlich von dem Wohllaute, de
des Lebenden auszeichnet.

Ferrein und Montagnat stellten schon um die M
gen Jahrhunderts viele Versuche über die Zungentöne, wel
Stimmbänder liefern, an. Die meisten Beobachtungen, wel
Zeit auf diesem Gebiete geliefert hat, rühren von Liskowi
feldt und vorzüglich von Joh. Müller her. Man muß
stimmungsglieder, die Spannung der Stimmbänder, die Größ
ritze und die Stärke des Windes berücksichtigen.

Will man nur die Spannung der Stimmbänder ins Auge fassen,
nach Müller[1]) den Kehlkopf heraus, entfernt alle Theile, die oberh
bänder liegen, sticht einen Pfriemen oder eine Nadel durch die Gießb
richtet es so ein, daß sich die Stimmfortsätze von diesen berühren, wenn

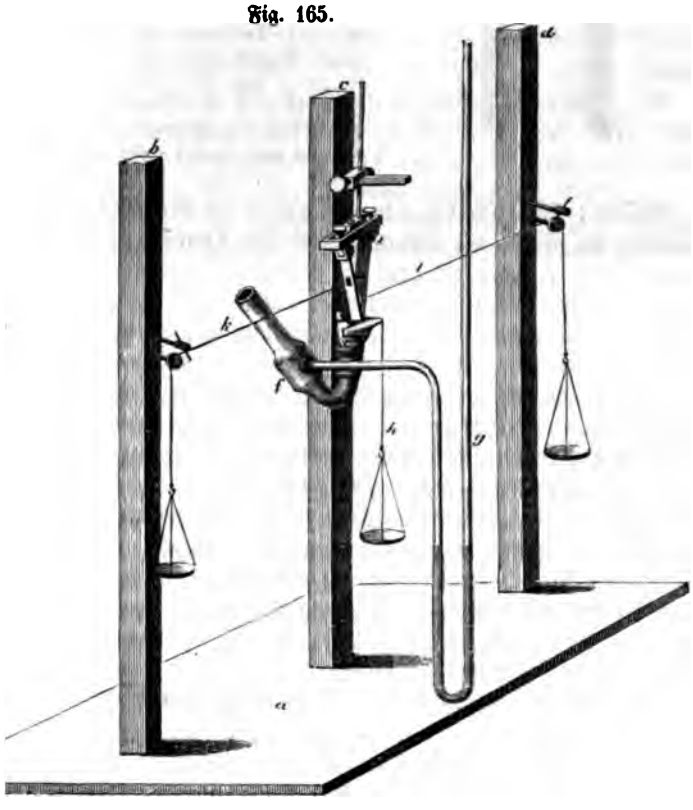
Wirkung der Ring-Schildknorpelmuskeln (Cricothyreoidei) (*b* Fig. 163., nach. Die Oeffnung der Luftröhre erhält ein Anſpruchsrohr, in das man ittelſt des Athems, durch einen angefügten Blaſebalg oder ein Orgelgebläſe

h vorausſetzen, daß die Wirkung gleichförmig iſt, ſo würde das Gewicht, Wagſchaale liegt, ein ungefähres Maaß der Spannung der Stimmbänder Verfahren, den Wind mit dem Athem zu erzeugen, hat den Vortheil, daß nder weniger raſch vertrocknen, weil die Ausathmungsluft für ihren Wärme- aſſerdämpfen geſättigt iſt (Bd. I. §. 1317.) und Waſſertropfen bei der Ab- erſchlägt (Bd. I. §. 182.). Da es aber beinahe zu den Unmöglichkeiten ge- tärke des Windes auf der gleichen Höhe zu erhalten, und da hiervon, wie n werden, die Höhe der Töne in gewiſſem Grade abhängt, ſo iſt es vor- n Gebläſe zu gebrauchen, die Stimmbänder von Zeit zu Zeit zu befeuchten erſten Verſuche als die ſicherſten auszuwählen.

rrichtung, deren ſich Liskowius bediente, ſtimmt im Weſentlichen mit äuterten Grundſätzen überein. Siehe das Nähere in deſſen Schrift: Phy- menſchlichen Stimme für Aerzte und Nichtärzte. Leipzig, 1846. 8.

üller[1]) bediente ſich noch eines zweiten verwickelteren Apparates, um die timmritze beliebig zu ändern und die Stärke des Windes kennen zu lernen. Fig. 165. trägt drei Pfeiler, *b*, *c* und *d*. Der Kehlkopf *e* iſt auf die frü-

Fig. 165.

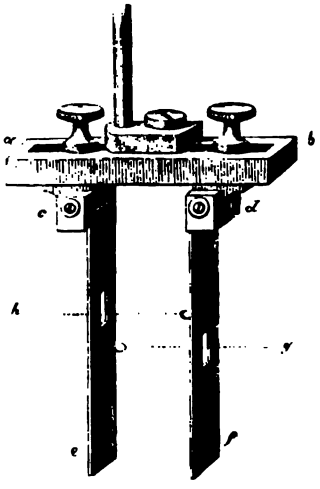


iller, Ueber die Compenſation der phyſiſchen Kräfte am menſchlichen gane. Mit Bemerkungen über die Stimme der Säugethiere, Vögel und en. Berlin, 1839. 8. S. 9 fgg.

her geſchilderte Weiſe an dem mittleren c befeſtigt. Das noch daran befindli
der Luftröhre beſitzt ein Windrohr f, in deſſen Seitenwand ein nach Art des
meſſers (Bd. I. §. 990.) gebogenes Manometer g eingefügt iſt. Dieſes belehr
Stärke des Windes. Man füllt es mit Waſſer, damit man größere Ausſchlä

Die an dem Faden k hängende Wagſchaale kann mit ihren Gewichten
nung der Stimmbänder auf die frühe
Weiſe ändern.

Fig. 166.



Die Vorrichtung, welche zum
Weite der Stimmritze dient, führt zu
beſtändigen und ſicheren Ergebniſſen.
in einem Compreſſorium, das Fig. 16
darſtellt. Ein Rahmen a b trägt die b
ſtäbe e und f, die in ihm in zwei
und d haften. e und f beſitzen kleine
und haben an ihren Innenflächen Hak
durch jene Löcher geführte Fäden, g un
ſind.

Fig. 165. zeigt uns, in welcher Ar
an den Pfahl c angebracht wird.
telſt des Stabes und der ihn klemment
höher oder tiefer geſtellt werden.
und f Fig. 166. kommen an die Nach
ſeitlichen Anfügung der Stimmbände
ſeiner Wagſchaale belaſtete Faden k F
ſpricht k Fig. 166. und l Fig. 165.,
Man iſt ſo in den Stand geſetzt, die
durch Gewichte, die man auf die beider
ſchaalen legt, immer mehr zu verenger

87 Befindet ſich noch der ganze Kehlkopf an der künſtlichen B
ſo ändert ſich weder die Tönung, noch die Tonhöhe, wenn man
Taſchenbänder einſchneidet oder ſelbſt gänzlich entfernt [1]). Nimm
über den Stimmbändern befindlichen Theile hinweg, ſo erhält
volle und reine Töne. Die Verſtümmelung hat aber die Stärke
verringert [2]).

88 Vertrocknen die Stimmbänder, ſo werden ihre Töne immer
und zuletzt nur hauchartig. Die künſtliche Befeuchtung kann in
die früheren Verhältniſſe ſogleich herſtellen. Sie verſagt aber ſp
lich. Es ergiebt ſich hieraus von ſelbſt, wie ſehr die Waſſerdäm
Ausathmungsluft, welche den Wind in dem lebenden Geſchöpfe e
Dauer der Stimme und des Geſanges unterſtützt.

89 Werden die Stimmbänder mit Gewichten angezogen (§. 3
vergrößert ſich nicht bloß die Spannung, ſondern auch die Länge
Man kann annehmen, daß die Verlängerung, welche die größte
Spannung mit ſich führt, ungefähr ¼ der Länge, die im erſchl
ſtande vorhanden war, in beiden Geſchlechtern beträgt.

90 Verhielten ſich die Stimmbänder wie einfache Saiten, ſo
4 Mal ſo großes Zuggewicht 2 Mal ſo viel Schwingungen oder
des Grundtones bedingen (§. 3048.). Da ſich aber der nachgie

[1]) Liskowius, a. a. O. S. 19.
[2]) Joh. Müller, Physiologie. S. 186. 187. Liskowius. a. a. O. S. 25

hlkopfzungen leichter dehnt, da wahrscheinlich deshalb die Länge
ıls in den Darm- oder Metallsaiten zunimmt, so wird das vierfache
ıngsgewicht einen tieferen Ton, als die nächste Octave vermitteln.
ersuchsreihe von Joh. Müller [1]) bestättigt diesen Schluß. Lie-
z. B. die Stimmbänder des menschlichen Kehlkopfes $\overline{c}$ bei einem ge-
Spannungsgewichte, so hatten sie $\overline{a}$ statt $\overline{c}$ bei dem vierfachen und
it $\overline{\overline{c}}$ bei dem sechszehnfachen desselben. Es zeigte sich nur ein Mal
neun Beobachtungen, daß hier die Octaven g, $\overline{g}$ und $\overline{\overline{g}}$ zum Vor-
kamen. Die beiden letzteren Töne fielen aber auch dann noch un-
ıs.

ergleicht man die Beobachtungen, die Müller [2]) über die Octaven- 3091
des menschlichen Kehlkopfes angestellt hat und die Anhang Nr. 128. Anhang Nr. 128.
net sind, so stößt man häufig auf entgegengesetzte Verhältnisse.
ten sich z. B. die spannenden Gewichte wie 4 zu 15 oder 17, so
ich $\overline{fis}$, $\overline{\overline{g}}$ oder $\overline{\overline{gis}}$. Das theoretisch geforderte $\overline{\overline{fis}}$ trat schon bei 13
Nannigfache Ursachen können diese Abweichungen herbeiführen. Eine
ıe Spannung der beiden Stimmbänder im Ganzen oder in ihren ein-
Theilen und die Wechselverhältnisse des Windes wären schon im
, jene eigenthümlichen Ergebnisse zu erklären. Berühren sich aber
vingenden Stimmbänder an einzelnen Stellen ihrer freien Ränder
zeugen sich Schwingungsknoten aus anderen Gründen, so werden
Haupt- oder Nebentöne zum Vorschein kommen (§. 3037.).

:trachten wir die im Anhange Nr. 128. verzeichneten Versuchs- 3092
so sehen wir, daß die Töne, welche die todten Stimmbänder unter
)enen Spannungsgraden angeben, mehr als zwei Octaven betragen.
ıe Beobachtung lieferte ais bis $\overline{dis}$ und die zweite h bis $\overline{\overline{dis}}$. Die
ıngsgewichte wechselten hierbei von 7,3 bis 540,2 Grm. Eine noch
Beschwerung beseitigte alle Tönung. Die fruchtbringende Span-
reichte daher nur wenig mehr, als die Hälfte eines Kilogramms.

rsucht man die Stimmbänder über ihren ruhenden Zustand hinaus 3093
nnen, indem man den Schildknorpel den Gießbeckenknorpeln nähert,
ıen die Töne immer tiefer und tiefer. Man gelangt so zu den un-
Baßtönen, die in dem menschlichen Stimmorgane vorkommen.
r [3]) erniedrigte z. B. auf diese Weise die Laute von $\overline{dis}$ bis H. Anhang Nr. 129.
spannungsgewichte glichen in dieser Versuchsreihe 4,4 bis 55,5 Grm.
ebt sich aus dem früheren (§. 3076.) von selbst, daß die Schild-
ıenmuskeln (Thyreoarytaenoidei) (*d* Fig. 164.) und die seitlichen
ßießbeckenmuskeln (Crico-arytaenoidei laterales) (*c* Fig. 164.) eine
Wirkung im Leben ausüben können.

mmt die Spannung der Stimmbänder innerhalb gewisser Grenzen 3094

. Müller, Physiologie. Bd. II. S. 191.
. Müller, Ebendaselbst. S. 193.
. Müller, Physiologie. Bd. II. S. 194.

zu, so gewinnt nicht nur der Ton nach Liskowius [1]) an Höhe, sondern auch an Weichheit des Klanges. Er erhält dagegen etwas Schallendes, so wie die Spannung und die Höhe eine gewisse Größe überschreiten.

3095 Sind die beiden Stimmbänder ungleich gespannt, so hört man doch nur in der Regel einen einzigen Ton [2]). Es kehrt also hier das gleiche Verhältniß, wie an anderen Zungen, die aus elastischen Häuten bestehen, wieder (§. 3063.). Die Aehnlichkeit wiederholt sich auch noch in sofern, als man die Töne erhöhen kann, wenn man feste Körper, wie die Finger, Platten von Holz oder Metall, auf die äußeren Theile der Stimmbänder legt und so nur die inneren, mehr fadenartigen Stücke schwingen läßt (§. 3061.).

3096 Joh. Müller [3]), der früher die Tönung der Zungen nicht sowohl von den Luftstößen, als von den Schwingungen der Blätter herleitete, legt demgemäß ein größeres Gewicht auf die Spannung der Stimmbänder, als auf den Umfang der Stimmritze. Bleibt sich die Spannung gleich, so ändert sich nach ihm [4]) die Höhe des Tones nicht, die Athmungsglottis mag offen oder geschlossen sein. Es ist auch in dieser Hinsicht gleichgültig, ob sich die Stimmritze weiter geöffnet hat oder nicht. Mag sie lang oder kurz sein, so lassen sich immer tiefe und hohe Töne unter den dazu geeigneten Spannungsverhältnissen hervorbringen [5]).

Liskowius, der die Mannigfaltigkeit der Töne der verschiedenen Weite der Stimmritze bei seinen ersten Untersuchungen zuschrieb [6]), machte in neuerer Zeit mehrere Mittheilungen, die in einigen Punkten von denen von Müller abweichen [7]). Beide Forscher stimmen jetzt darin überein, daß die Breite der Stimmritze, so lange sich nicht die Innenränder der Stimmbänder an einzelnen Punkten berühren, für die Tonhöhe gleichgültig ist, daß aber die Tönung ohne Anspannung der Stimmbänder um mehr, als eine Octave emporgetrieben werden kann, wenn man den Schildknorpel seitlich zusammendrückt und so den Raum verkleinert [8]). Liskowius giebt aber noch an, daß der Verschluß der Athmungsglottis den Laut um vier bis fünf halbe Töne erhöht. Schließt man das Vorderende der Stimmglottis oder deckt man den hinteren oder den vorderen Theil der Stimmritze überhaupt, so erhält man nach ihm den gleichen Erfolg.

3097 Können die Stimmbänder ihrer Erschlaffung wegen nachgeben, so wird sie ein kräftiger Wind aus einander treiben. Die Größe der Stimmritze vermag daher unter diesen Verhältnissen mit der Stärke des Anpralles

[1]) Liskowius, a. a. O. S. 24. 25.
[2]) Joh. Müller, Physiologie B. II. S. 187. Liskowius, a. a. O. S. 20. 21.
[3]) Joh. Müller, Physiologie Bd. II. S. 174 – 179.
[4]) Joh. Müller, Derselbe. S. 187.
[5]) Joh. Müller, Derselbe. S. 189.
[6]) [illegible] Liskowius, Theorie der Stimme. Leipzig. 1814. 8. S. 35.
Liskowius, Physiologie der menschlichen Stimme. S. 22. 23. Vergl. auch [illegible]
[7]) Joh. Müller, Physiologie Bd. II. S. 186. 187. Liskowius, Physiologie der Stimme. S. 4.

wechseln. Straffe Stimmbänder dagegen werden im Ganzen den Umfang der Glottis, wie er ein Mal besteht, bei jedem Winde bewahren.

Sind die Stimmbänder des Kehlkopfes einer männlichen Leiche schwach 3098
angespannt, so können sie zwei Register von Tönen hervorbringen [1]). Das eine tiefere erinnert in hohem Grade an die Baßstimme, das andere höhere geht in die Fistel über. Eine stärkere Spannung begünstigt die zweite, eine geringere dagegen die erstere Tonweise. Jede von ihnen kommt dann nicht bei den verschiedensten Graden der Anspruchsweise zu Stande. Hat man nur die Gießbeckenknorpel befestigt und bleibt so der Schildknorpel sich selbst und der Spannkraft des Ring-Schildknorpelbandes überlassen, so erhält man auch bisweilen Fisteltöne bei geringerer künstlicher Dehnung der Stimmbänder.

Die ganze Masse der Stimmbänder schwingt dann nach Lehfeldt [2]) 3099
bei den tiefen Baßtönen in ausgedehnten, deutlich wahrnehmbaren Bahnen. Werden dagegen Fisteltöne hervorgebracht, so sieht man nach ihm nur die Innenränder derselben zittern. Liskowius [3]) dagegen bezieht den Unterschied der Schwingungsgrößen nicht auf die Höhe der Töne, sondern auf die Spannung der Stimmbänder. Sind diese erschlafft, so erzittern sie und der Kehlkopf in auffallender Weise. Die Unruhe dauert eben so lange, als die Tonbildung selbst. Sie kann dagegen bei straff gespannten Stimmbändern kaum wahrgenommen werden. Diese Eigenthümlichkeit kehrt in beiden Fällen bei tiefen, wie bei hohen Tönen wieder.

Bemerkt man nicht sogleich die Schwingungen der Stimmbänder, so kommen sie häufig zum Vorschein, wenn man diese mit einer Wasserschicht bedeckt. Die Wellen der Flüssigkeit verrathen die Bewegung eher, als die Schwingung der halbfesten Bänder lassen.

Die Stärke des Windes kann die Spannung der Stimmbänder theil- 3100
weise ersetzen. Man spricht daher auch in diesem Sinne von einer Compensation der physischen Kräfte der Stimmwerkzeuge. Die Verhältnisse verwickeln sich aber hierbei in solchem Maaße, daß sich oft nicht die Ergebnisse nach bestimmten einfachen Regeln im Voraus bestimmen lassen.

Befinden sich die Stimmbänder in dem Zustande, den sie in dem todten 3101
Kehlkopfe von selbst annehmen, oder bewahren sie die gleiche künstliche Spannung während der ganzen Versuchsdauer, so erhöht sich in der Regel der Ton mit der Verstärkung des Windes oder der Zunahme des Druckes des anstoßenden Luftstromes. Er geht hier nicht nothwendig sprungweise empor, sondern kann allmählig alle möglichen Unterschiede darbieten [4]). Die erste, Nr. 130. des Anhanges gegebene Beobachtungsreihe von Müller lehrt z. B., daß die Tönung von $\overline{fis}$ bis $\overline{dis}$ stieg, wenn sich der Wasserdruck von 5,2 auf 31,2 Centimeter, mithin um das Sechsfache erhöhte und sich die Stimmbänder in ihren von selbst angenommenen Verhältnissen

Anhang Nr. 130. Vers. 1.

[1]) Joh Müller, a. a. O. S. 194. 195.
[2]) C. Lehfeldt, Nonnulla de vocis formatione. Berolini, 1835. 8. p. 51 — 53.
[3]) Liskowius, Physiologie der Stimme. S. 25
[4]) Liskowius, Physiologie der Stimme. S. 23.

befanden. Waren sie mit 33 Grm. angespannt, so trieb eine Druckverstärkung von 7,8 bis 31,2 Centimeter den Laut von f auf cis empor. Man stößt hier bisweilen auf Fälle, in denen die Windstärke ziemlich gleichförmig mit der Erhöhung des Tones innerhalb einer gewissen Grenze zunimmt. Wird aber diese überschritten, so bedarf es einer verhältnißmäßig größeren Spannung, um den Laut um einen halben Ton zu erhöhen. Die dritte, im Anhang Nr. 130. verzeichnete Versuchsreihe kann uns dieses Verhältniß anschaulich machen.

Vermehrt sich die Spannung der Stimmbänder, so hat dieselbe Tonhöhe eine geringere Windstärke nöthig und umgekehrt. Die Kehlkopfzungen z. B., die bei 14,6 Grm. Spannung und 7,8 Wasserdruck des Windes g angaben, hatten hierzu nur 5,2 Centimeter nöthig, wenn sie mit dem Doppelten des früheren Gewichtes belastet waren. Die vierte, in Nr. 130. des Anhanges verzeichnete Versuchsreihe liefert eine größere Zahl von Belegen ähnlicher Art. Es ist bis jetzt noch nicht geglückt, die gegenseitigen mathematischen Verhältnisse, in denen Spannung und Windstärke stehen, genügend zu entwickeln.

1102. Die Pressung der anstoßenden Luftsäule ändert endlich noch die Kraft des Tones. Er geht so von dem Piano durch das Crescendo in das Forte über. Soll aber hierbei keine Tonerhöhung zu Stande kommen, so müssen natürlich die Stimmbänder in entsprechendem Maaße abgespannt werden. Die fünfte, im Anhang Nr. 130. wiedergegebene Versuchsreihe von Muller zeigt auf diese Weise, wie eine bestimmte Tönung, z. B. h oder d, bei verschiedener Windstärke erhalten wird. Die Spannungsgewichte verkleinern sich hierbei in weit bedeutenderem Maaße, als sich der Druck des anregenden Luftstromes vergrößert. Sollte das h von dem Piano in das Forte übergehen, so sanken jene auf 1/9 des früheren Werthes, während der Manometerdruck noch nicht ganz das Doppelte der ursprünglichen Größe erreichte.

1103. Kehlkopfzungen des männlichen und des weiblichen Geschlechtes. Hat man auch alle Theile, die oberhalb der Stimmbänder liegen, hinweggeschnitten, so geben doch die Kehlköpfe von Frauen meist höhere Töne als die von Männern an. Dieses rührt davon her, daß die Kehlkopfzungen weiblicher Leichen nicht nur kürzer, sondern auch schmaler und nicht selten zugleich dicker sind. Ihre Stimmritze zeichnet sich oft eben so sehr durch ihre geringere Länge, als durch ihren kleineren Querdurchmesser aus.

Die Physiker, welche in der vorliegenden Lehre in dieser Hinsicht gelangt sind, weichen von einander in der Größe der Spannungsgewichte ab. Die ausgedehnten Versuchsreihen dürften hier zu einem höheren Maaße [illegible] Wir erhalten nach den bis jetzt vorliegenden Angaben

rchschnittliche Länge der Stimmbänder in Millimetern				Verhältniß				Beobachter
Mann		Frau		der Stimmbänder der Frau zu denen des Mannes		der ruhenden und der gespannten Stimmbänder		
Zustande der Ruhe	möglichst angespannt	im Zustande der Ruhe	möglichst angespannt	im Zustande der Ruhe	möglichst angespannt	Mann	Frau	
195	23,17	12,67	15,67	1 : 1,44	1 : 1,48	1 : 1,27	1 : 1,24	Joh. Müller [1])
5 bis 5,8	»	9,0 bis 10,5	»	1 : 1,75 bis 1 : 1,29	»	»	»	Krause [2])
5,8	»	9,0	»	1 : 1,75	»	»	»	Huschke [3])

Die Stimmritze des Mannes soll nach Huschke 1,8 Mal so lang, als die der n sein.

Luftröhre und Lungen. — Es versteht sich aus früher Darge- 3104
stem von selbst, daß diese Theile nach Art eines Gebläses, das den ind zuführt, wirken. Es frägt sich aber, ob nicht ihnen noch andere Be-mungen zukommen.

Der Kehlkopf geht häufig bei hohen Tönen hinauf und bei tiefen hinab. e Luftröhre wird sich hierbei verlängern und verkürzen, weil die Zwi-räume ihrer Knorpelringe von nachgiebigen Weichgebilden ausgefüllt rden und diese sogar in ihrem hintersten Viertheile ausschließlich vor-mmen. Hebt sich der Kehlkopf, so wird gleichsam der unterste Theil der ströhre aus der Brust hervorgezogen. Sie sowohl, als die Bronchial-zweigungen besitzen überdieß einen merklichen Grad von Zusammen-hungskraft (§. 2435.), die möglicher Weise in geeigneten Fällen einzu-ifen im Stande ist.

Da eine hinreichend weite Oeffnung, die unter den Stimmbändern 3105
gebracht worden, die Stimme aufhebt, so ergiebt sich von selbst, daß die ße Bewegung der in der Luftröhre und den Bronchialverzweigungen thaltenen Gase die Tonbildung nicht erzeugen kann. Theilen ihr die immbänder ihre Schwingungen mit oder werden diese der engen Durch-ngsöffnung der Stimmritze wegen angeregt, so können sie jedenfalls nur der Art eines Nebenverhältnisses von größerer oder geringerer Bedeu-ng thätig sein.

Die Verlängerung des Windrohres vertieft die Töne der Zungen- 3106

[1]) Joh. Müller, Physiologie. Bd. II. S. 200. Vergl. auch Bishop, in den Philosophical Transactions for the Year 1846. Part. IV. London, 1846. 4. p. 556.
[2]) C. F. Th. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I. Zweite Auflage. Hannover, 1842. 8. S. 586.
[3]) S. Th. Sömmerring's Lehre von den Eingeweiden und den Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Umgearbeitet von E. Huschke. Leipzig, 1844. 8. S. 243.

werke, deren Blätter aus Metall [1]), aus Kautschuk oder aus Stücken von Schlagaderhäuten [2]) bestehen. Da sich aber die Luftröhre bei tiefen Tönen verkürzt und bei hohen verlängert, so kann dieser Satz nicht auf unsere Stimmwerkzeuge angewendet werden, es sei denn, daß die Verkleinerung der Querdurchmesser den ganzen Sachverhalt veränderte. Der Längenwechsel, dessen die Luftröhre fähig ist, steht überdieß in keinem Verhältnisse zu der Verschiedenheit der Töne, deren unser Kehlkopf fähig ist, und zu dem Längenunterschiede, welcher zu dem gleichen Zwecke in den Rohrwerken eingeleitet werden muß. Die Versuche endlich, die Müller [3]) an dem todten Kehlkopfe angestellt hat, führten auch in dieser Hinsicht zu ungünstigeren Ergebnissen, als die Erfahrung, die man an Zungenwerken mit häutigen Blättern zu machen pflegt.

107 Hinge die Höhe der Töne von den selbstständigen Schwingungen der in der Luftröhre und den Bronchialverzweigungen enthaltenen Gassäule ab, so müßte sich der Ton erhöhen, so wie eine leichtere Luftart in die Athmungswege gebracht wird. Füllt man eine Labialpfeife, die ungefähr dieselbe Größe wie die Luftröhre hat, mit Wasserstoff, so steigt der Ton um eine Quinte. Athmete dagegen Liskowius [4]) dieses Gas ein, so wurde zwar die Stimme schwach und dumpf. Alle Arten von Tonhöhen konnten aber wie früher hervorgebracht werden. Da wohl kaum die Gassäule, welche die Luftröhre enthielt, bedeutende Mengen von Wasserstoff einschloß, so verliert dieser Versuch die erfoderliche Schärfe. Hätte aber die Gasmasse einen so großen Einfluß, als jene Annahme voraussetzt, so ließe sich erwarten, daß die Tonhöhe schon mit den verschiedenen Mengen von Kohlensäure, welche die ausgeathmete Luft führt, schwanken werde.

Die Versuche, die Stimmwerkzeuge mit Flöten zu vergleichen, führte manche Schriftsteller zu der eben beurtheilten Voraussetzung. Petréquin und Diday [5]) leiteten von ihr die Fistelstimme her. Die Stimmbänder sollten dann so stark gespannt sein, daß der Luftstrom nicht mehr Kraft genug habe, sie in Schwingungen zu versetzen. Sie wirkten daher wie festere widerstehende Wände. Die Stimmritze verwandelte sich so in eine Flötenöffnung. Die Schwingungen der Luftsäule selbst erzeugten daher die Töne. Befestigt man die Blätter einer Zunge oder eines künstlichen Kehlkopfes, so daß sie nicht mehr frei schwingen können, so erhält man ebenfalls Fisteltöne (§. 3061.). Ließe sich die Ansicht durchführen, so müßte auch der todte Kehlkopf, so lange nur die Stimmritze offen ist, bei jedem noch so hohen Grade der Spannung der Stimmbänder Fisteltöne erzeugen. Dieses ist aber wenigstens in den bisherigen Versuchen nicht möglich gewesen. Ueberschritt die Spannung eine gewisse Grenze, so blieb die Tonbildung ein (§. 3091.). Die Schwingungen der Stimmbänder können überdieß noch bei den höchsten Tönen, die ein Thier hervorbringt, bemerkt werden.

Römer [6]) leitete die gewöhnlichen Sprachtöne von den Stimmbändern, die musikalischen Gesangtöne dagegen von den Schwingungen der in der Luftröhre und den Bronchialverzweigungen enthaltenen Gassäule her. Die bisherigen Erfahrungen rechtfertigen

[1]) Biot a. a. O. S. 145. Magendie, a. a. O. p. 108.
[2]) Joh. Müller, Physiologie B. II. S. 202.
[3]) Joh. Müller, a. a. O. S. 203.
[4]) Liskowius, a. a. O. S. 35. 38.
[5]) Petréquin u. Diday, in der Gazette medicale de Paris. 1844. 8. Nr. 8 u. 9. p. 113. 120. 134. 139.
[6]) Römer, in The Lancet. Dec. 1844. p. 402. 404. und The Physiology of the human Voice. London. 1845. 8. p. 1. 18.

nicht diesen Unterschied. Die Höhe und die Tiefe der musikalischen Töne hängt, r sahen (§. 3096.), eher von der Spannung der Stimmbänder, als der Größe immritze ab.

Die Schwingungen der Luftröhre und der Brust können nur den 3108
, nicht aber die Höhe der Töne bestimmen. Da die Wände dieser öhren mit Leichtigkeit erzittern, so sind sie eher im Stande, die Rolle sonanzwerkzeugen zu übernehmen. Sie erzittern auch bei den Brust- am Lebhaftesten (Bd. I. §. 1281.).

Die Verlängerung der Luftröhre, welche die Hebung des Kehlkopfes 3109
et, der Wechsel der Durchmesser, den die Verkürzung der an den ngen angebrachten Muskelfasern herbeiführt, muß die Verhältnisse ihnen enthaltenen Gassäule ändern. Die Geschwindigkeit ihres und die Schwingungen, in die sie selbst verfällt, werden von die- wankenden Verhältnissen abhängen. Bishop [1]) nimmt geradezu hierdurch die Nebenwellen des Windrohres mit denen der Stimm- in Einklang kommen. Sollte dieses der Fall sein, so braucht we- nicht die Ortsveränderung des Kehlkopfes die Verbesserung in je- lle einzuleiten. Denn wir können gleich hohe oder tiefe reine Töne n, wenn wir den Kehlkopf still halten und dafür die Stärke des zweckmäßig ändern.

Wir haben schon Bd. I. §. 1282. bis §. 1289. die Druckgrößen, un- 3110
en der Wind in den verschiedenen Arten des Athmens spielt, kennen Cagniard-Latour [2]) benutzte einen Fall von Luftröhrenfistel,

se Erscheinungen mit Rücksicht auf die Stimmbildung zu untersuchen. ielt 3,7 bis 4,4 Millimeter Queckſilber für das Ein- und 2,2 Mm. Ausathmen. Mittelstarke Stimmtöne ergaben ihm 9,6 Mm.

se Werthe nähern sich, wie man sieht, denen, die ich erhalten habe (Bd. I.), in befriedigender Weise. Es ergiebt sich hieraus von Neuem, daß die Zah- Mendelsohn für das gewöhnliche Athmen annahm, die richtigen Größen über- Was die Mittheilungen von Hutchinson betrifft, so lehrt die indeß erschie- führliche Abhandlung dieses Forschers [3]), daß er bei seinen Versuchen die Ma- cke der Ein- und der Ausathmung im Auge hatte. Seine Zahlen gleichen auch in dieser Hinsicht den meinigen (Bd. I. §§. 1287. und 1288.) Wir stimmen in überein, daß die Ausathmung bei möglichster Kraftanstrengung größere Drucke, Einathmung erzeugen kann. Dieser Umstand macht sie schon vor Allem geeignet, ke oder hohe Töne hervorbringen und zur Stimmbildung überhaupt zweckmäßig n werden.

aschenbänder, Taschen und Wände des Kehlkopfes. — 3111
eunt noch größtentheils nicht den Nutzen, den diese Theile gewäh- Ihre Bestimmung bezieht sich wahrscheinlich mehr auf den Klang Stärke, als auf die Höhe der Töne. Da aber gerade diese Sei- akustischen Verhältnisse von der Physik selbst in einer nur sehr un-

---

shop, in den Philosophical Transactions for the Year 1846. Part. IV. pag. 2. 563.
gniard-Latour, in l'Institut. Nro. 222. Paris, 1837. 4. p. 394.
tchinson, in den Medico-chirurgical Transactions. Vol. XXIX. London, 1846. p. 137 — 252. Vergl. auch Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für 1846. I. Erlangen, 1847. 4. Seite 148 fgg.

vollkommenen Weiſe erforſcht worden ſind, ſo kann es nicht befremden, daß ſich die Phyſiologie auf allgemeine Andeutungen und einzelne Vermuthungen beſchränken muß.

3112 Die Taſchenbänder bilden eben ſo gut zwei häutige Zungen, wie die Stimmbänder. Es ergiebt ſich hieraus von ſelbſt, daß ſie Töne hervorbringen werden, ſobald die zwiſchen ihnen befindliche Oeffnung eine gewiſſe Größe nicht überſchreitet. Sprach ſie Lehfeldt [1]) in todten Kehlköpfen an, ſo erhielt er tiefere, an den Stimmbändern dagegen ſchärfere Laute.

Der Zwiſchenraum, der ihre Innenränder unter den natürlichen Verhältniſſen trennt, iſt zu groß, als daß hierdurch eine vollſtändige membranöſe Zunge zu Stande kommen könnte. Ein und derſelbe Kehlkopf giebt auch den höchſten ihm möglichen Ton unter dem Maximum der Spannung der Stimmbänder an, die Taſchen und die Taſchenbänder mögen noch vorhanden ſein oder nicht [2]). Es ergiebt ſich hieraus, daß wahrſcheinlich die Schwingungen, in welche ſie verfallen, nur die Stärke und den Klang der Töne zu ändern vermögen.

3113 Die Morgagniſchen Taſchen machen die oberen und vorzüglich die unteren Schildgießbeckenbänder freier, ſo daß dieſe ungehinderter ſchwingen können. Sie ſowohl, als die Wände des Kehlkopfes erzittern auf das Lebhafteſte (Bd. I. §. 1280.). Dieſe Verhältniſſe haben vermuthlich ihren beſtimmten Einfluß auf den Klang der Stimme. Die Taſchenbänder wirken dagegen nicht als Compenſationswerkzeuge der Stimmbänder.

Savart nahm früher an, daß gewiſſe Töne in den Kehlkopftaſchen allein erzeugt würden und daß überhaupt das Stimmwerkzeug mit einer Labialpfeife der Jäger übereinſtimmte. Eine ausführliche Widerlegung dieſer Anſicht giebt Liskowius, Phyſiologie der menſchlichen Stimme für Aerzte und Nichtärzte. Leipzig, 1846. 8. S. 94—10

3114 Kehldeckel. — Legt man ihn in lebenden Thieren bloß, ſo kann man bemerken, wie er bei der Erzeugung ſtärkerer Töne mitſchwingt. Er tritt zugleich nach Mayer's [3]) Angabe bei tiefen Tönen weiter nach hinten und kehrt dann ſeinen freien Rand nach oben. Werden dagegen die höchſten Laute hervorgebracht, ſo begiebt er ſich nach vorn, nimmt eine waagerechtere Stellung an und rollt ſich an ſeinen Seitenrändern ein. Nöggerath [4]) fand das Letztere in einem Manne, der eine große offene Halswunde hatte, beſtättigt.

3115 Wirkte der Kehldeckel wie ein Stopfen, der vor einem Zungenwerk angebracht iſt, ſo müßte er bei ſeinem Umlegen den Ton erhöhen können. Die Erfahrung ſpricht jedoch eher gegen, als für dieſe Vermuthung. Entfernt man den Kehldeckel gänzlich, ſo ändert ſich die Stimme nicht. Le

---

[1]) Lehfeldt, a. a. O. p. 50. Vergl. auch Runge, in Alb. Haller, de parti c. h. praecipuarum fabrica et functionibus. Tom. VII. Bernae et Lausannae, 17 8. pag. 338. 339.

[2]) Joh. Müller, Ueber Compenſation. S. 30.

[3]) Mayer, in dem literariſchen Archiv der Academie zu Bern. Bd. IV. Bern, 18 8. Seite 54.

[4]) C. E. Noeggerath, De voce, lingua, respiratione, deglutitione observatio quaedam. Bonnae, 1841. 4. p. 5.

ihn vor die Stimmritze, ſo wechſelt zwar der Klang, man kann
kaum in einigen ſeltenen Fällen eine Erhöhung des Tones wahrneh-
).

Will man den Ton einer Orgelpfeife mittelſt einer Verſtärkung des 3116
des voller machen, ſo nimmt er zugleich an Höhe zu, ſobald keine
nverbeſſerung eingreift (§. 3101.). Grenié half aber dieſem Uebel-
dadurch ab, daß er ein weiches elaſtiſches Blatt von Papier oder
ament, gleich dem Kehldeckel über den Zungen im Innern der Röhre
achte[2]). Es hebt ſich dann bei der Beſchleunigung und ſinkt bei der
gerung des Luftſtromes. Magendie[3]) und Biot[4]) ſchreiben es da-
em Kehldeckel zu, daß wir den Ton ſchwellen können, ohne ihn er-
oder die Stimmbänder in entſprechendem Maaße erſchlaffen zu
n. Verſuche und Erfahrungen an Kranken, denen der Kehldeckel
elte, haben über dieſe Anſicht noch nicht entſchieden.

Mund-Naſenrohr. — Wir können dieſe Theile mit einem doppel- 3117
orpus oder einem zwiefachen Anſatzrohre vergleichen. Es läßt ſich aber
darthun, daß ſie keinen weſentlichen Einfluß auf die Tonhöhe ausüben.
ändert ſich nicht, man mag den Mund oder die Naſe offen oder geſchloſ-
alten, die Lippe zu einem Rohre verlängern oder flach an die Vorder-
andrücken. Der Verluſt einzelner Gebilde, welche der Mundrachen-
oder der Naſe angehören, hindert es nicht, daß der Menſch das frü-
Maximum der Höhe oder Tiefe ſeiner Stimmbildung beibehält.

Steigt der Kehlkopf bei hohen Tönen hinauf und geht er bei tiefen 3118
, ſo wird das Corpusrohr in jenem Falle verkürzt und in dieſem
igert. Dieſe Veränderung würde zwar den akuſtiſchen Forderungen
echen (§. 3064.). Die Längenunterſchiede, die aber auf dieſem Wege
zt werden, ſind wiederum zu klein, als daß ſie die ganze Breite des
echſels, der in ſolchen Fällen zu Stande kommt, bedingen könnten.

Wir werden in der Folge ſehen, daß der größte Theil der Sprach- 3119
von der Einſtellung der Gebilde des Mund-Naſenrohres abhängt.
te daher ſchon der geiſtige Gebrauch der Stimmwerkzeuge dieſe Re-
cke, ſo haben ſie doch noch den Nutzen, daß ſie den Klang und die
e der Tönung beſtimmen helfen. Bringt man ein doppeltes Cor-
hr vor einem Zungenwerke an, ſo gewinnt man hierdurch Nichts
ie Tonhöhe. Der Klang wird aber mit der Verſchiedenheit der An-
cke wechſeln. Er verbeſſert ſich mit der Verdoppelung der Ausgangs-
). Können in dieſer Hinſicht die beiden Röhren ungleiche Einflüſſe
en, ſo muß ſich auch der Laut ändern, je nachdem beide oder nur
von ihnen vorzugsweiſe benutzt werden. Der Unterſchied, den die
nliche und die Naſenſtimme darbieten, können uns dieſes am Ein-
n verſinnlichen.

---

oh. Müller, Ueber Compensation. S. 31.
Biot, a. a. O. S. 144.
Magendie, a. a. O. pag. 110.
Biot, a. a. O. S. 144.
oh. Müller. Physiologie. Bd. II. S. 204.

Joh. Müller[1]) versuchte auch die künstlichen Tonbildungen, welche der der Stimmbänder bei der Anwesenheit des Mund-Nasenrohres erzeugt, folgen. Man entfernt zu diesem Zwecke die Halswirbel und den hinteren Schädels, sticht eine Nadel durch die Gießkannenknorpel und schlingt einen die früher (§. 306.) erwähnte Weise herum, um die Athmungsglottis zu v Das Ganze wird dann, wie es Fig. 167. zeigt, befestigt. Der unversehrte K

Fig. 167.

ruht an dem einen Pfeiler der Fi gebildeten Vorrichtung. Ein Con *d*, das die Stimmbänder von den sammendrückt, ist unter dem Zu und über dem Ringknorpel *c* angeb muß hier die Pressung nach Be der Umstände vergrößern oder verkl Faden *e*, der über eine Rolle lä Waagschaale trägt, geht von dem o des Schildknorpels aus und span Weise die Stimmbänder an. Ein rohr *f* kommt endlich noch in die

Will man tiefere Töne hervor genügt es nicht, daß man die an und sonst mit Gewichten beschwerte entfernt, weil dann immer noch bänder vermöge der Schwere der genden Theile und der Elasticit leren Ring- und Schildknorpelb hohem Maaße gespannt werden. vielmehr hier den nöthigen Gr schlaffung auf die §. 306. erwä durch Gegengewichte zu erreichen

Es versteht sich von selbst, da richtung weniger scharfe Versuch herausgeschnittene Kehlkopf gefaßt Die immer zunehmende Spannung

Tonhöhe in Müllers Versuchen von $\bar{c}$ bis $\bar{dis}$, die Erschlaffung dagegen vert dis bis H. Veränderte man die Umgebungen der Mundöffnung in entsprech so ließen sich o und u von Vocalen und m und r von Consonanten he Die Stimme selbst glich aber bisweilen vollkommen der des lebenden Mensch nehmlich das man an ausgeschnittenen Kehlköpfen nie erreicht.

3120 **Eigenthümlichkeit der Stimmbildung jedes ei Menschen oder Thieres.** — Jeder von uns pflegt die ihm möglichen Töne für die gewöhnliche Thätigkeit seiner Stimm zu gebrauchen. Wir können dann das Sprechen mit genügende menheit und unter der geringsten Anstrengung länger fortse Mann redet daher meist im Tenor, die Frau im Alt und das K den Tonbildungen die seinen zarteren Stimmwerkzeugen entspre vorzüglichsten Merkmahle dagegen, an denen wir die Stimme e einzelnen Menschen erkennen, liegen nicht sowohl in der Höhe, a Klange der Tonung. Der Wechsel der Massen, welche die T Lauterzeugung darstellen, muß auf diesen vielseitiger, als auf je

Stimmbildung unter krankhaften Verhältnissen. — Erwei Stimmritze in höherem Grade, so wird auch die Fähigkeit, Töne h der tieferen leidet, in [illegible] vermehrt, se hohen Töne nachher auch [illegible] Stande kommen.

[1]) Müller's Archiv [illegible]

Spannung der Stimmbänder von den Kehlkopfmuskeln abhängt, so müssen
ad Lähmungen derselben die durchgreifendsten Einflüsse ausüben. Die ho-
feifenden Töne, die wir bei krampfhaften Verengerungen der Stimmritze
ı, hängen zunächst nicht von der Kleinheit der Glottis, sondern von der
ver Stimmbänder ab. Sind dagegen die Muskeln, welche diese beherrschen,
wird zwar eine Verstärkung des Windes die Töne erhöhen können (§. 3101.).
n, innerhalb deren dieses möglich ist, müssen aber hinter den regelrechten
:n zurückbleiben [3]). Sind endlich die verschiedenen Kehlkopfmuskeln in un-
ade thätig, so wird sich bald eine anhaltende zu große Spannung, bald eine
he Erschlaffung der Stimmbänder zu erkennen geben. Ist es aber nur mög-
:se in ungleichem Maaße gespannt werden, so daß sich z. B. das rechte stär-
s linke anzieht, so brauchen nicht nothwendiger Weise Doppeltöne zu Stande
(§. 3063.).

rankheit der Luftröhre oder der Lungen, welche die Erzeugung eines starken
s verhindert, wird auch die Stimme schwächen und sie ihrer höchsten Töne
Sind die Morgagnischen Taschen mit Schleim gefüllt, so können auch die
ıiger frei schwingen (§. 3113.). Sie stoßen bei ihren Wellenbewegungen an
artige Massen an. Die Heiserkeit der Töne und die Unmöglichkeit des Sin-
:n sich auf diese Weise. Anhäufungen von Schleim, welche die Stimmbänder
:r den Kehlkopf zu einem großen Theile füllen, müssen dieselben Nachtheile
. Es kann dagegen im Leben nie vorkommen, daß die Stimmbänder völlig
und deshalb keine Töne von sich geben (§. 3088.). Die Ernährungsflüssig-
Berührung mit der mit Wasserdampf gesättigten Ausathmungsluft machen
setzung der praktischen Heilkunde unmöglich.

)ie Kehlkopfknorpel verknöchert oder überhaupt nur spröder geworden, so wer-
ıiger leicht mitschwingen und selbst die Stimmbänder in ihrer Thätigkeit be-
ı. Die Melodie des Gesanges verliert sich daher in alten Leuten. Ist eine
:nöcherung zu Stande gekommen, so wird der Ton nach Sömmerring [4])
in auffallender Weise resonnirend, bisweilen aber auch zischend.

,ern die krankhaft vergrößerten Mandeln den Rachendurchgang, geben die
heile desselben den Stößen weniger nach, so erhält die Stimme einen eigenen
wenn fremde Körper, die ähnliche Störungen herbeiführen, z. B. Klöße im
:en. Regelwidrige Oeffnungen im harten oder Zerstörungen in dem weichen
:r Verlust der Nasenknochen und ähnliche Eingriffe, die natürliche oder künst-
gerung des Nasenrohres und regelwidrige Oeffnungen im harten oder wei-
en machen nicht bloß die Sprache undeutlichre, sondern verleihen auch der

Joh. Müller[1]) versuchte auch die künstlichen Tonbildungen, welche der Stimmbänder bei der Anwesenheit des Mund-Nasenrohres erz folgen. Man entfernt zu diesem Zwecke die Halswirbel und den hint Schädels, sticht eine Nadel durch die Gießkannenknorpel und schlingt ein die früher (§. 3086.) erwähnte Weise herum, um die Athmungsglottis z Das Ganze wird dann, wie es Fig. 167. zeigt, befestigt. Der unversehrt

Fig. 167.

ruht an dem einen Pfeiler der gebildeten Vorrichtung. Ein *d*, das die Stimmbänder von sammendrückt, ist unter dem und über dem Ringknorpel *c* an muß hier die Pressung nach der Umstände vergrößern oder v Faden *e*, der über eine Rolle Waagschaale trägt, geht von de des Schildknorpels aus und f Weise die Stimmbänder an. rohr *f* kommt endlich noch in

Will man tiefere Töne h genügt es nicht, daß man d und sonst mit Gewichten besch entfernt, weil dann immer bänder vermöge der Schwe genden Theile und der E leren Ring- und Schildk hohem Maaße gespannt w vielmehr hier den nöthig schlaffung auf die §. 30 durch Gegengewichte zu

Es versteht sich von richtung weniger scharf herausgeschnittene Kehlkopf gestaltet. Die immer zunehmende S Tonhöhe in Müllers Versuchen von $\overline{c}$ bis $\overline{dis}$, die Erschlaffung da $\overline{dis}$ bis II. Veränderte man die Umgebungen der Mundöffnung i so ließen sich *a* und *u* von Vocalen und *m* und *w* von Con Die Stimme selbst glich aber bisweilen vollkommen der des leben gebniß, das man an ausgeschnittenen Kehlköpfen nie erreicht.

3120 **Eigenthümlichkeit der Stimmbildung Menschen oder Thieres.** — Jeder von uns ihm möglichen Töne für die gewöhnliche Thätigkeit s zu gebrauchen. Wir können dann das Sprechen mit menheit und unter der geringsten Anstrengung l Mann redet daher meist im Tenor, die Frau im Al hen Tonbildungen, die seinen zarteren Stimmwerkz vorzüglichsten Merkmahle dagegen, an denen wir d einzelnen Menschen erkennen, liegen nicht sowohl i Klange der Tönung. Der Wechsel der Massen, Lauterzeugung darstellen, muß auf diesen vielseitig

Stimmbildung unter krankhaften Verhält Stimmritze in zu bedeutendem Grade, so wird auch die F gen, verloren gehen [illegible] ist es umgekehrt, aber hohen Töne leichter, als [illegible] Stande kommen

[1]) [illegible]

Ein=

)
:r
in
der
öhe.
offen.
kopfes
Höhe

. die zu 3132
ein Sän=
uſtſtimme,
das Metro=
. wenn man

den mannigfach=
. Vermuthungen
rher gehören die
. Cagniard=La=
i (Savart), von
rhältniſſen des wei=
oberhalb des Kehl=
Schriftſteller nehmen
Fiſteltönen ſaitenartig
eine erzitternde Theile
nd in Knotenbildungen
Biſhop). Noch andere
elen (Petréquin und
Gießbeckenknorpel bei der
egen. Die Stimmbänder
geſpannt. Ihre Schwin=

7. 8. p. 5.
. Tome IX. Paris, 1841.
16.
iskowius, Physiologie der

maine. Paris, 1847. 8. p. 21—25

beeinträchtigt, die Stimme von ihren früheren Hindernissen befreien wird. E einzelnen Theile der Stimmwerkzeuge zu trocken geworden, so muß ihnen eine k Anfeuchtung nachhelfen können. Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, daß die v von Zucker, von Gerstenschleim und von ähnlichen Dingen, welche Katarrhalisch tern, wie behauptet worden, durch den hinteren Theil der Athmungsglottis in röhre hinabgehen, hier durch ihren Reiz Auswürfe erregen und so den peinlichen erleichtern. Die Besserung stellt sich häufig genug ein, ohne daß Husten dazw treten ist.

Ueber die Aufschlüsse, welche die stethoskopische Untersuchung (Bd. I. §. 12 einzelne Leidensverhältnisse der Stimmwerkzeuge geben kann, s. J. Skoda, lung über Percussion und Auscultation. Zweite Auflage. Wien, 1842. 8. S.

3121 Umfang der Menschenstimme. — Er wechselt in hohen in den verschiedenen Personen und in den einzelnen Lebensalter Sopran reicht von $\overline{\overline{c}}$ bis $\overline{c}$ oder angeblich[1]) von $\overline{\overline{f}}$ bis $\overline{\overline{c}}$, der Mezzo von $\overline{a}$ bis $\overline{e}$, der Alt von $\overline{f}$ bis f, der Tenor von $\overline{c}$ bis a oder Baryton von $\overline{f}$ bis A und der Baß von a bis E.

Rechnen wir nun nach den 7 Tönen, die von dem Anfange der zu dem der zweiten nächst höheren Octave vorkommen, so erhalte bis $2\frac{3}{7}$ Octaven für den Sopran, $1\frac{4}{7}$ für den Mezzo-Sopran ur den Alt. Der Tenor hätte dann 2 bis $1\frac{6}{7}$, der Baryton $1\frac{6}{7}$ Baß etwas mehr als 2 Octaven.

3122 Eine zum Singen geeignete Stimme bewegt sich gewöhnlich nen musikalischen Tönen, die 2 bis $2\frac{1}{2}$ Octaven umfassen. Ausge Talente überschreiten jedoch häufig diese Grenze. Die Catalar $3\frac{1}{2}$ Octaven. Die Sessi konnte vom $\overline{\overline{f}}$ bis c herabgehen. Vo Bassisten gelangen häufig zu sehr tiefen Tönen. Der ältere konnte nach $\underline{F}$, mithin eine Octave tiefer, als der gewöhnliche reichen[2]).

3123 Da die Tonhöhe von der Zahl der Schwingungen abhängt, sich hiernach die dem Umfange der Menschenstimme zukommenden mengen berechnen (§. 3043.). Die Einzelwerthe hängen natürlich Anhang Nr. 125. Grundzahl, von der man ausgeht, ab. Viele nehmen an, daß d Ton der 32füßigen Orgelpfeife, $\overline{\overline{C}}$, 32 Schwingungen in der Secund Dieser Werth entspricht nicht genau der Schallgeschwindigkeit, w atmosphärische Luft bei 0° C. besitzt (§. 3054.). Man giebt ihm aber d zug, weil man hier eine einfache Potenz von 2 hat und so die Br möglichst vermeidet[3]). Andere Forscher dagegen legen höhere z. B. 34,375 Schwingungen, nach den an den Stimmgabeln erhalten hältnissen zum Grunde[4]). Setzt man voraus, daß die Länge der pfeife genau 32 rheinländische Fuß oder 10,03 Meter beträgt, so g sichersten neueren Werthe der Schallgeschwindigkeit 33,13 Schwi (§. 3054.). Wir wollen daher 33 als runde Zahl mit einigen fran Physikern annehmen.

[1]) Nach Muncke. Diese Angabe kann jedoch mit Recht bezweifelt werden.
[2]) Muncke, in Gehler's physikalischem Wörterbuche. Bd. VIII. Leipzig,
[3]) Biot, a. a. O. S. 21.
[4]) Muncke, a. a. O. S. 311 — 315.

Reicht die gewöhnliche Männerstimme von g bis $\overline{\overline{g}}$, so erhalten wir 3124
6 bis 1584 Schwingungen. Die Frauenstimme, die sich zwischen $\overline{d}$ und
zu halten pflegt, hätte hiernach 594 bis 2112.

Versuchen wir die Werthe, die den einzelnen Tonreihen zukommen, 3125
h jenem Grundwerthe zu bestimmen, so finden wir:

Stimmweise.	Grenze der Töne.	Zahl der Schwingungen in der Secunde.
Sopran.	$\overline{\overline{c}}$ bis $\overline{c}$	2112 bis 528.
	$\overline{\overline{f}}$ bis $\overline{c}$	2816 bis 528.
Mezzo-Sopran.	$\overline{\overline{a}}$ bis $\overline{e}$	1760 bis 660.
Alt.	$\overline{\overline{f}}$ bis f	1408 bis 352.
Tenor.	$\overline{\overline{c}}$ bis c	1056 bis 264.
	$\overline{a}$ bis c	880 bis 264.
Baryton.	$\overline{f}$ bis A	704 bis 220.
Baß.	a bis E	440 bis 165.

Man sieht leicht, daß diese Zahlen nur ungefähre Bestimmungen lie-
können, weil die Stimmung und der Grundwerth nach den verschie-
i musikalischen und akustischen Schriftstellern verschieden ausfallen.
Ausgezeichnete Künstler können natürlich noch jene Grenzen bedeu-
überschreiten. Das $\overline{F}$ des oben (§. 3122.) angeführten Bassisten
giebt uns 88 Schwingungen in der Secunde.

Gesang. — Er setzt nicht bloß eine zweckmäßige Einrichtung der 3126
mmwerkzeuge, sondern auch ein musikalisches Gehör voraus. Man
t daher häufig, daß Menschen, die sonst eine wohlklingende Stimme
:n, keinen gegebenen Ton rein nachahmen und noch weniger melodisch
n können und daß umgekehrt Leute, deren Stimme den nöthigen
lklang nicht besitzt, die schwierigsten Melodien richtig, aber auf un-
nehme Weise wiederholen. Die geistige Auffassung übernimmt über-
noch eine wichtige Rolle. Das bloße Einlernen und die selbstständ-
Verarbeitung verrathen sich noch deutlicher bei dem Gesange, als bei
Spiele musikalischer Instrumente.

Kinder und Frauen singen gewöhnlich Diskant, Sopran oder Alt, 3127
chsene Männer dagegen Tenor oder Baß. Dieser Unterschied hängt
der Größe und der Beschaffenheit der Stimmwerkzeuge zusammen.
iere Kehlköpfe mit kürzern Stimmbändern und minder winkeligem Schild-
pel eignen sich vorzugsweise zu höheren und weicheren Tonbildungen.
kindliche Kehlkopf erfüllt zunächst diese Bedingungen. Tritt später
Pubertätszeit ein, so ändern sich auch die Stimmwerkzeuge in stürmi-
er Weise. Die Verschiedenheiten, welche der Kehlkopf des Mannes
der Frau darbieten, bilden sich zu jener Zeit schärfer aus. Die
mme kann hierbei eine Reihe von Tönen gewinnen. Wir haben eine

Uebergangsepoche, in der die Höhe und der Klang der Stimme ihre Reife erhalten. Nur rauhe Töne können in der Zwischenzeit, während des sogenannten Brechens oder Mutirens der Stimme hervorgebracht werden. Die Stimme schnappt oft über und ist dann nicht selten tiefer als sie späterhin bleibt. Obgleich sich die Hauptveränderung an dem Kehlkopfe selbst zu erkennen giebt, so unterliegt es doch kaum einem Zweifel, daß auch die übrigen Gebilde an dem Wechsel Theil nehmen.

Man muß im Allgemeinen als Regel festhalten, daß ein Mensch, dessen Stimme sich bricht, das Singen während der ganzen Uebergangszeit unterlassen soll. Manche Personen können dann gar keine musikalische Töne hervorbringen. Ist aber auch dieses nicht der Fall, so fodert doch immer der Gesang eine unverhältnißmäßige Anstrengung, welche die regelrechte Entwickelung sehr leicht unterbricht. Ein Bruder von Donizetti begieng die Unvorsichtigkeit, seine Gesangübungen während jener Zwischenzeit fortzusetzen und verlor auf diese Weise seine Stimme. Sie entwickelte sich dagegen nach Bennati[1]) auf das Beste in einem ähnlich begabten Mitschüler, der jene Epoche mit Ruhe abwartete.

Wird die geschlechtige Entwickelung aus irgend einem Grunde gehemmt, so bildet sich auch nicht der Kehlkopf in regelrechter Weise aus. Der Mann behält daher in diesem Falle eine feine und hohe Stimme. Es fehlt ihr zugleich die klangreiche, volle und angenehme Tönung, welche die zartere Frauenstimme auszeichnet. Man braucht daher nur ein Mal die Castratenstimme gehört zu haben, um sie sogleich wiederzuerkennen. Männer, deren Geschlechtsreife zurückgeblieben ist, können einen stattlichen Wuchs und selbst ein sehr kräftiges Aeußere darbieten. Sie verrathen sich aber häufig dadurch, daß ihre Stimme in feinen schrillenden Tönen anspricht oder daß sie oft sprungsweise aus der hohen Fistel in tiefe Brusttöne und umgekehrt übergeht.

Die Hauptursache dieses Uebelstandes liegt wahrscheinlich darin, daß die Kleinheit und Unvollkommenheit des Kehlkopfes in keinem gehörigen Verhältnisse zu der Größe der Brust und der wiederhallenden Theile der Stimmwerkzeuge steht. Der Kehlkopf bleibt in Verschnittenen mehr zurück, als die übrigen Stücke, welche die Tönung des Gesanges und der Sprache vermitteln helfen[2]).

3128 Die Stimme gewinnt immer mehr an Stärke, Kraft und Sicherheit, je reifer der Jüngling und das Mädchen werden. Die Fähigkeit des Gesanges sinkt dagegen, so wie der Mensch die Jahre seiner Blüthe überschritten hat. Alle Gebilde werden nach und nach starrer. Einzelne Knochenmassen setzen sich nicht selten in dem Schildknorpel, dem Ringknorpel und den Schnepfenknorpeln ab (§. 3120.). Es bedarf noch genauerer Untersuchungen, ob das natürliche Ausbleiben der Regeln die Stimme der Frauen nothwendiger Weise ändert oder nicht. Bleichsüchtige können noch oft die Fähigkeit, gut zu singen, beibehalten.

3129 Man unterscheidet zunächst zweierlei Stimmweisen, die Brust- und die Fistelstimme. Jene bewegt sich im Allgemeinen in tieferen und diese in höheren Tönen. Die Schwingungsmengen entsprechen übrigens nicht beiden Tonarten in scharfer Weise. Denn die höchsten Töne der Bruststimme lassen sich eben so gut mit der Fistel, als die niedersten von dieser mit der Bruststimme hervorbringen. Der Klang und die hierzu erforderliche Einstellung der Theile liefern vielmehr die wesentlichsten Merkmahle. Der

---

[1]) Bennati, in den Annales des sciences naturelles. Tome XXIII. Paris, 1831. 8. pag. 53.

[2]) Liskowius, Theorie der Stimme. S. 54.

Unterſchied ſpricht ſich meiſt in Männern ſchärfer, als in Frauen aus. Kinder können ſchon Bruſt-, Fiſtel- und Kopftöne innerhalb des Bezirkes ihrer Stimmbildung hervorbringen[1]).

Die Kopfſtimme ſteht gewiſſermaßen in der Mitte zwiſchen der Bruſt- 3130
und der Fiſtelſtimme. Sie hat nicht den harten Klang der erſteren und erreicht auch nicht die Weichheit der letzteren.

Jedes der Hauptregiſter der beiden genannten Stimmweiſen kann 3131
nach Garcia[2]) hell (Voix clair, Voix blanche) oder gedämpft und verhüllt (Voix sombrée) gegeben werden. Der Wechſel des Klanges und der Reſonanz führt dieſen Unterſchied herbei. Soll die Stimme hell erſchallen, ſo hebt ſich nach ihm der Kehlkopf, ſo wie die Töne an Höhe zunehmen. Der Kopf ſtreckt ſich dann zuletzt in geringem Grade nach hinten. Das Gaumenſegel dagegen ſenkt ſich unter allen Verhältniſſen nach unten. Der Rachendurchgang verengert ſich, ſo wie die Noten höher werden. Iſt dagegen die Stimme gedämpft, ſo verharrt der Kehlkopf in einer tieferen Stellung. Er hebt ſich nur bei den feineren Tönen der Kopfſtimme. Das Gaumenſegel ſteigt dagegen in jedem Falle in die Höhe. Die Choanen werden ſchon bei den höheren Bruſttönen abgeſchloſſen. Der Kopf neigt ſich eher nach vorn. Die Bewegungen des Kehlkopfes wirken mithin auf den Klang und das Volumen, nicht aber auf die Höhe der Töne. (§. 3118.).

Die Bruſt- und die Kopfſtimme verbrauchen nach Garcia die zu 3132
Gebote ſtehende Luft mit ungleicher Geſchwindigkeit. Athmete ein Sänger möglichſt tief ein und ſang er dann eine Note mit der Bruſtſtimme, bis er alle überſchüſſige Luft verbraucht hatte, ſo machte indeß das Metronom 24 bis 26 Schwingungen; dieſe fielen aber auf 16 bis 18, wenn man den gleichen Verſuch mit der Fiſtelſtimme wiederholte.

Man hat die Verſchiedenheit der Bruſt- und der Fiſtelſtimme von den mannigfachſten Urſachen hergeleitet[3]). Viele der in dieſer Hinſicht aufgeſtellten Vermuthungen fallen nach dem, was früher erörtert worden, von ſelbſt hinweg. Hierher gehören die Meinungen, daß die Fiſtelſtimme von den Taſchenbändern (Mayer, Cagniard-Latour), von der Luft, die in den Morgagniſchen Taſchen enthalten iſt (Savart), von den über dem Kehlkopf gelegenen Muskeln (Bennati), von den Verhältniſſen des weichen Gaumens (Mayer, Colombat de l'Isere) oder anderer oberhalb des Kehlkopfes befindlicher Theile (Duttenhofer) herrührt. Manche Schriftſteller nehmen an, daß nur die innerſten Stücke der Stimmbänder bei den Fiſteltönen ſaitenartig ſchwingen (Lehfeldt, Joh. Müller)[4]), oder daß ſie ſich in einzelne erzitternde Theile ſondern (Gottfr. Weber) (§ 3049.). Andere ſuchten den Grund in Knotenbildungen und Durchmeſſerveränderungen der Luftſäule des Windrohres (Biſhop). Noch andere ließen die Stimmwerkzeuge bei den Fiſteltönen flötenartig ſpielen (Petréquin und Diday) (§. 3107.). Liskowius endlich glaubt, daß ſich die Gießbeckenknorpel bei der Bruſtſtimme vorwärts und bei der Fiſtelſtimme rückwärts bewegen. Die Stimmbänder wären alſo in dem erſteren Falle erſchlafft und in dem zweiten geſpannt. Ihre Schwin-

[1]) M. Garcia, Mémoire sur la voix humaine. Paris, 1847. 8. p. 5.
[2]) Manuel Garcia, in der Gazette médicale de Paris. Tome IX. Paris, 1841. p. 270 fgg. u. Mémoire sur la voix humaine. p. 11 — 16.
[3]) Ein ausführliches Verzeichniß der Anſichten giebt Liskowius, Physiologie der Stimme. S. 131 — 133.
[4]) Vgl. darüber M. Garcia, Mémoire sur la voix humaine. Paris, 1847. 8. p. 21—25

gungsbogen vergrößern sich daher unter jenen und verkleinern sich unter diesen Bedingungen.

Fassen wir nur die Tonhöhe ins Auge, so hat es, wie es scheint, das Meiste für sich, daß die Fistel eine stärkere und die Bruststimme eine schwächere Spannung der Stimmbänder voraussetzt, oder daß einzelne Theilschwingungen bei den höheren Tönen durchgreifen. Ein Umstand bereitet jedoch hier einige Schwierigkeiten. Geht nämlich der Ton in die Fistel über, so vergrößert sich der Raum, der vorn den Schildknorpel von dem Ringknorpel trennt [1]). Die Bruststimme verkleinert ihn eher [2]). Man hat hieraus geschlossen, daß die eine Hälfte der Spanner der Stimmbänder, die Ring-Schildknorpelmuskeln (Crico-thyreoidei) (*b* Fig. 163., *a* Fig. 164.) in jenem Falle erschlaffen und sich in diesem verkürzen. Es fragt sich jedoch, ob die Erscheinung, so weit sie durch das Gefühl erforscht werden kann, zu der die Fistel betreffenden Folgerung berechtigt.

Die Bruststimme erzeugt jedenfalls eine stärkere Resonanz der Luftröhre und der Brust, als die Fistel. Die ältere Ansicht von Dodart, daß die mitgetheilten Schwingungen der Nasenhöhle die Hauptursache der Fistelstimme bilden, fußt auf keinen beweisenden Grundlagen. Die näselnden Brusttöne zeugen eher gegen sie.

Bedenken wir, daß nur zum Theil die Tonhöhe, vorzugsweise aber der Klang die Eigenthümlichkeit der beiden Stimmweisen bestimmt, so muß man zugeben, daß man die ursprünglichen Verhältnisse, die ihnen zum Grunde liegen, noch nicht mit Sicherheit zu erläutern vermag.

3133 Der Baß kann noch manche, physiologisch bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten darbieten. Hat ein Mensch seine Stimme überschrieen, so sind wahrscheinlich hierdurch seine Stimmbänder schlaffer geworden. Sie erzeugen daher dann rauhere Brusttöne und bedingen auf diese Weise den sogenannten Strohbaß. Die russischen Sänger gebrauchen bisweilen bei ihren religiösen Vorträgen einen eigenen Baß, den man als Contrebaß zu bezeichnen pflegt, Er zeichnet sich durch die Tiefe und die Rauhigkeit der Töne aus und erinnert deshalb an manche Stimmweisen der Säugethiere. Der Kehlkopf steht dann in jedem Falle sehr tief. Werden höhere Töne angegeben, so geht er mindestens weniger, als sonst empor. Er steigt sogar dann in manchen Fällen eher hinab, als hinauf [3])

3134 Die Brust entwickelt sich kräftiger in dem männlichen, die Hals- und die Lendengegend aber in dem weiblichen Körper. Der Mann verdankt vor Allem seine stärkere Stimme der bedeutenden Größe der Brust, der Luftröhre und des Kehlkopfes. Gute Bassisten zeichnen sich auch in der Regel durch eine volle Brust und durch breitere Schultern aus. Die Körpergröße hat dagegen hier einen geringeren Einfluß. Mannweiber, die tiefe, dem Basse sich nähernde Altstimmen besitzen, sind auch in der Regel mit einem kräftigeren Brustkasten und einem verhältnißmäßig stärkeren Körperbaue ausgerüstet.

Die Versuche, die man an den Stimmbändern todter Kehlköpfe anstellt, können H bis ≡ dis angeben, je nachdem man die Zungen, so sehr als möglich, erschlafft oder anspannt (§. 3092.). Wir haben hier mithin mehr als drei Octaven, d. h. eine größere Weite, als sie gewöhnlichen Sängern und Sängerinnen zukommt. Wir können uns diesen Unterschied daraus erklären, daß der lebende Mensch nicht im Stande ist, seine Stimmbänder in dem nöthigen Maaße an- und vorzüglich abzuspannen und nichts desto weni-

[1]) Bishop, a. a. O p. 563. 564.
[2]) Liskowius, Physiologie der Stimme. S. 43. 44.
[3]) Garcia, a. a. O. p. 270. 271. u. Mémoire sur la voix humaine. S. 25 — 27.

er noch reine musikalische Töne hervorzubringen. Die tiefen brummenden Laute und die hohe Schreien können aber lehren, daß selbst noch weiter gehende unangenehme Töne im lebenden Kehlkopfe möglich sind.

Fängt ein Mensch an, sich im Gesange zu üben, so detonirt er leicht, weil die Muskeln des Kehlkopfes den nöthigen Grad von Uebung noch nicht erlangt haben. Dasselbe wiederholt sich nach dem Brechen der Stimme. Der Jüngling weiß sich dann einigsam nicht in dem veränderten Wohnsitze seiner Stimme zurecht zu finden. Er lernt es auch erst nach und nach, aus einer Tonweise in die andere überzugehen. Strengt er aber seine Muskeln zu sehr an, so kehrt auch hier die Unsicherheit der Ermüdung wieder. Die Stimme zittert, detonirt oder versagt selbst gänzlich.

Manche Gesangslehrer haben die Bemerkung gemacht, daß bisweilen Nebentöne über den Haupttönen bei dem mühevolleren Singen zum Vorschein kommen. Die Quinte klingt in diesem Falle am Leichtesten, wie in Orgelpfeifen mit. Ein musikalisches Ohr kann bisweilen schon etwas Aehnliches des Nachts bei dem lauten Rufe des Wächters wahrnehmen (§. 3037.).

Der Mensch paßt seine Gesangsweise unbewußt den Verhältnissen der Umgebung zweckmäßig an. Wir ziehen tiefe Töne in kleinen leicht wiederhallenden Zimmern und höhe im Freien vor. Die Volksgesänge der Bewohner der Ebene, der Wälder, die Lieder der Bergleute eignen sich meist für den Baß, den Tenor oder den tieferen Alt. Die Jodellieder der Gebirgshirten bewegen sich dagegen vor Allem in den höheren Fistelnoten.

Das Spiel des Brustkastens darf nicht während des Singens durch eine unzweckmäßige Stellung, durch Krümmungen des Rückens, von engen Kleidern, einem gefüllten Kragen und ähnlichen Hindernissen beeinträchtigt sein. Man muß auch deshalb das anstrengende Sprechen oder Laufen vor dem Singen zu vermeiden suchen. Hebt der Künstler seine Brust recht frei empor, so kann er nicht bloß reinere Töne angeben, sondern auch seine Stimmwerkzeuge in höherem Grade schonen.

Schwere und derbe Speisen, geistige Getränke, Erkältungen und andere Einflüsse, die leicht zu katarrhalischen Zuständen führen, müssen natürlich dem Gesange schädlich werden. Manche Künstler, die für ihre Stimme sehr besorgt sind, meiden den Genuß fester Fette gänzlich. Eine Mischung von flüssigen Fetten und Zucker dagegen, wie z. B. von Candiszucker und Eigelb, kann nicht selten die Rauhigkeit der Stimme binnen Kurzem beseitigen. Die Töne von Bassisten, die viel Bier trinken, werden zwar oft tiefer, zugleich aber auch rauher. Wie leicht der Genuß weingeistiger Getränke die schönsten Stimmen vernichtet, lehrt die tägliche Erfahrung nur zu häufig. Ausschweifungen in der Liebe und häufige Wochenbetten können zwar ebenfalls nachtheilig wirken; allein manche Künstler und Künstlerinnen, die sich keineswegs auf diesem Felde schonen, bewahren noch ihre wohltönende Stimme bis in ihr reiferes Alter. Der Umfang und der Klang scheinen hierunter noch am Ehesten zu leiden.

Veränderungen der Gebilde des Mund- Nasenrohres 3135
bei dem Singen.— Da die Einstellung der Zunge, des weichen Gaumens, der Wangen und der Lippen mit der Verschiedenheit der Buchstaben wechselt, so versteht es sich von selbst, daß hier nur von den Verhältnissen, die das sprachlose Singen begleiten, die Rede sein kann. Die Stellungen können sich aber auch dann innerhalb einer gewissen Breite ohne wesentlichen Nachtheil verändern.

Dzondi[1]) giebt an, daß der hintere Gaumenvorhang bei dem Singen in die Höhe geht, sich schief stellt und sich etwas den Choanen nähert. Die Spitze des Zäpfchens berühre dann die hintere Wand des Schlundkopfes. Die emporgetriebene Luft müßte unter diesen Verhältnissen zum größten Theile zur Mundhöhle austreten. Man wird hierbei vorzugsweise

[1]) K. H. Dzondi, die Functionen des weichen Gaumens bei dem Athmen, Sprechen, Singen, Schlingen, Erbrechen u. s. w. Halle, 1831. 4. S. 32 — 34.

Gaumentöne zu Stande bringen. Entfernt sich dagegen das Gaumensegel von der hintern Nasenwand und hebt sich die Zungenwurzel, so muß eine nicht unbedeutende Menge Luft nach dem Nasenrohre gestoßen werden. Man hat dann eher Nasentöne zu erwarten.

3136 Ließ ich eine gute Sängerin, deren Stimme von a bis $\overline{\overline{c}}$ und selbst von g bis $\overline{\overline{c}}$ reichte, die Skalenreihe bei offenem Munde durchsingen, so begaben sich die Mandeln und die hinteren Gaumenbogen deutlich nach innen. Die vorderen hatten sich nur wenig verschmälert. Das Zäpfchen richtete sich bei allen Noten eher nach vorn, nie aber nach hinten. Es blieb bei allen Brust- und Halstönen ziemlich steif und nach vorn gestreckt. Begannen hingegen die Kopftöne, so verkürzte es sich auffallend der Länge nach. Sein unteres abgerundetes Ende erhielt zugleich eine tiefe Längsfurche. Diese Erscheinung fing mit $\overline{\overline{d}}$ bis $\overline{\overline{e}}$ an und verstärkte sich allmählig in dem Grade, daß man das Zäpfchen gar nicht mehr als gesonderten Theil bei $\overline{\overline{a}}$, $\overline{\overline{h}}$, $\overline{\overline{c}}$ erkannte, sondern es nur als eine zweilippige Unebenheit des weichen Gaumens wahrzunehmen vermochte. Der Zwischenraum dagegen, der die Innenränder der Gaumenbogen von den Seitenrändern des Zäpfchens trennte, verschmälerte sich schon, so wie der Gesang von den tiefsten Brusttönen zur Fistelstimme emporstieg. Er war endlich bei den hohen Kopftönen gänzlich verschwunden.

3137 Wurde während des Singens tief eingeathmet, so schoß das Zäpfchen pfeilartig vor, um sich während der späteren Ausathmungsstöße, welche die Töne erzeugten, von Neuem zu verkürzen.

3138 Trillerte die Sängerin bei weit geöffnetem Munde, so konnte man in der Regel keine Schwingungen des Zäpfchens beobachten. Es verhielt sich, wie es schien, um so ruhiger, je mehr es bei den höheren Fistelтönen emporgezogen war. Die deutlichsten Schwankungen kamen noch bei dem Trillern in $\overline{d}$ oder $\overline{c}$ zum Vorschein. Ließ ich dagegen den Versuch mit halbgeöffnetem Munde wiederholen, so bemerkte ich noch das Zittern des weichen Gaumens bei den höheren Tönen. Die Sängerin selbst fühlte die Erschütterungen ebenfalls. Sie erreichten jedoch nie den Grad von Stärke, den sie in einzelnen Menschen bei den heftigen Ausathmungsstößen des Lachens darzubieten pflegen (Bd. I. §. 1269.).

3139 Die Zunge hob sich in ihrem hinteren Theile. Sie blieb an den Seiten aufgewulstet oder plattete sich auch hier gleichförmiger ab. Sie höhlte sich aber immer in der Mitte aus, so daß der durch den Mund ausgestoßene Luftstrom, wie auf einer Rinne dahin gleitete. Ihr vorderes Ende senkte sich indeß hinab. Sie bewahrte häufig ihre Ruhe bei dem Trillern. Es kam jedoch auch vor, daß einzelne Stellen leise zitterten.

3140 Die Zunge und das Zäpfchen änderten sich meistentheils symmetrisch in den verschiedenen Gesangsweisen. Das Zäpfchen wandte sich jedoch auch hin und wieder nach der rechten und noch häufiger nach der linken Seite. Die Zungenwurzel höhlte sich bisweilen links aus, während sie sich rechts aufwulstete.

Die Zähne können einen gewissen Einfluß auf den Gesang ausüben. 3141
ntstehen größere Lücken in den Vorderreihen derselben, so macht die
ier hindurch zischende Luft die Töne nicht selten unreiner.

Krankhafte Verhältnisse der Mundrachengebilde stören den Klang der Töne. Die bermäßige Vergrößerung der Mandeln, Verletzungen des weichen oder des harten aumens, Geschwülste der Zunge oder des Zahnfleisches nehmen ihnen häufig ihre natürche Reinheit (§. 3120.). Man müßte aber den bisherigen Forschungen nach annehmen, ß Veränderungen, welche jene Gebilde betreffen, die Tonhöhe nicht berühren. Die rfahrung widerspricht jedoch angeblich diesem Schlusse. Ließen sich Sänger einen Theil rer übermäßig vergrößerten Mandeln abtragen, so änderte sich bisweilen der Umfang rer Stimme. Halten wir uns an die Mittheilungen von Bennati[1]), so gewann erdurch Fedrigotti zwei Brusttöne, die klarer und runder wurden, verlor aber dafür er Halstöne. Ein anderer Sänger hatte fünf Noten des zweiten Registers mehr eralten. Es wäre möglich, daß der Gewinn nur darauf beruhte, daß die scheinbar neuen öne reiner und musikalischer hervorgebracht werden konnten.

Sänger und Sängerinnen, deren Stimmen einen sehr großen Umfang in reinen nd hohen Tönen haben, besitzen nach Bennati[2]) größere und beweglichere Mundachengebilde, als Künstler mit zwar ausgezeichneten, aber beschränkteren Stimmen. Die Zunge erreicht nach jenem Forscher[3]) einen sehr hohen Grad von Ausbildung in Perrmen, die, wie Lablache oder die Catalani, die tiefen Töne mit vorzüglicher Gewandtheit beherrschen. Sie besaß eine so bedeutende Länge bei Santini, daß ihre vollommen vorgestreckte Spitze den äußersten Theil des Kinnes berührte. Wurden sehr hohe Töne erzeugt, so krümmte sie sich hakenförmig um.

Bringen wir reine Gaumentöne hervor, so geht alle Luft oder we- 3142
nigstens der größte Theil derselben zur Mundhöhle heraus. Das Nasenrohr läßt nur bisweilen eine geringe Menge, und zwar am Leichtesten, wie es scheint, bei höheren Tönen durchtreten. Es verstärkt aber den Klang und macht ihn zugleich angenehmer.

Verengern wir dagegen den Ausgang der Nasenhöhle, indem wir die 3143
Nasenflügel zusammendrücken, beschränken die Innengebilde jenen Durchgangsraum oder weisen naturwidrige Oeffnungen unzweckmäßige Bahnen em Luftstrome an (§. 3120.), so erhalten wir den eigenthümlichen Klang es Nasentones, der jedoch bedeutende Verschiedenheiten in seinen unterordneten Verhältnissen darzubieten vermag. Wir können ihn auch ohne eitere Vorbereitung erzeugen, wenn wir die Resonanz der Nasenhöhle uf Kosten des Widerhalles der Mundhöhle begünstigen. Der weiche aumen verengt dann den Rachendurchgang in hohem Grade. Die Zunenwurzel wölbt sich so stark, daß sie den Gaumenvorhang berührt. Es ird auf diese Weise dem Luftstrome sein Weg durch die Choanen angeiesen. Die Nase zieht sich nicht selten gleichzeitig in die Höhe, damit ich die Nasenlöcher so sehr als möglich erweitern.

Vergleich der Stimmwerkzeuge mit musikalischen In- 3144
trumenten. — Der Ton der verschiedenen Instrumente geht ursprüngich von festen Körpern, von Luftsäulen oder von beiden zugleich aus. Die Glocken, die mannigfachen Arten der Glasharmonica, die Saiteninstrumente, wie die Violine, das Violoncell, die Baßgeige, das Clavier,

[1]) Bennati, in den Annales des sciences naturelles. Tome XXIII. Paris, 1831. 8. pag. 50 — 52.
[2]) Bennati, Ebendaselbst. p. 44. 45.
[3]) Bennati, Ebendaselbst. pag. 39.

liefern uns Beispiele des ersteren Falles. Der zweite tritt in den Flö
hervor. Der dritte endlich drückt sich in den Zungenwerken der Or
dem Fagot, der Hoboe und zum Theil der Clarinette am Reinsten
Das Horn, die Trompete und die Posaune nähern sich ihm in sofern,
in ihnen wahrscheinlich die Schwingungen der Lippen die Rolle, we
sonst die Zungenblätter übernehmen, so sehr es nöthig ist, ersetzen.

3145 Die einzelnen Schriftsteller haben die Stimmwerkzeuge bald mit
ten, bald mit Saiteninstrumenten, bald endlich mit Zungenwerken
glichen. Die Vielseitigkeit des menschlichen Gesangorganes, die Anna
daß sich die Natur nicht auf eine einseitige Richtung in einem der
kommensten Werkzeuge des Körpers beschränken werde, führte auch hö
auf den Gedanken, daß der Stimmapparat einem Saiteninstrumente, ei
Rohrwerke und einer Zungenpfeife nach Verschiedenheit der Verhält
entsprechen kann.

3146 Berücksichtigen wir, daß die Schwingungen der Stimmbänder die
sentlichste Rolle in jedem Falle übernehmen, so können wir kaum bez
feln, daß das menschliche Stimmorgan als ein Zungenwerk anzusehen
Soll der Vergleich mit einem Saiteninstrumente irgend eine Grund
haben, so kann er sich nur auf den Fall, in dem die Innenränder
stark gespannten Stimmbänder bei hohen Tönen gesondert schwingen,
ziehen (§. 3099.). Der Vergleich ist aber auch hier unhaltbar, weil
deckte elastische Zungen die gleiche Erscheinung darbieten und die Sch
gungsweise selbst an die der Saiten erinnert, nicht aber mit ihr v
übereinstimmt. Keine Thatsache begründet endlich eine wesentliche A
lichkeit mit den einfachen Flötenwerken (§. 3107.).

3147 Halten wir aber auch den Vergleich mit den Zungenwerken fest,
dürfen wir nicht die Stimmorgane mit Instrumenten, die, wie die Or
pfeifen, feste Zungen haben, zusammenstellen. Die Stöße kommen
dadurch zu Stande, daß die Zunge die Oeffnung abwechselnd schließt
frei läßt. Die meisten unserer Stimmtöne dagegen werden bei off
Stimmritze hervorgebracht. Dieser Umstand kehrt aber nur in der glei
Ausdehnung in künstlichen Zungen, die elastische Blätter besitzen, wi
Dreierlei Verhältnisse, die Spannung, die Dämpfung im musikali
Sinne oder die Möglichkeit der Schwingung aliquoter Stücke und
Stärke des Windes, können die Töne in beiden Vorrichtungen erhöhe

3148 Da das Windrohr, der Zungenkasten mit seinen Nebentheilen
die Ansatzröhren aus elastischen und durchfeuchteten Geweben bestehen
zum Theil von den sie beherrschenden Muskeln vergrößert und verklei
werden können, so hat das Stimmorgan viele Vorzüge und einen G
von Vielseitigkeit, den keines unserer Instrumente je erreichen wird.
Gewinn kommt der Höhe und der Stärke, vorzüglich aber dem Kl
zu Statten. Es ist in dieser Hinsicht fast unmöglich, irgend sichere
gleiche mit unseren musikalischen Werkzeugen anzustellen.

Ferrein[1]), der zuerst die Töne der künstlich angespannten Stimmbänder ge
untersuchte und den Einfluß der Spannung kennen lehrte, verglich jene Zungen mit

[1]) Ferrein, Histoire de l'Académie des sciences. Année 1751. Paris, 1754. 4. p. 41

ten und sah in den Stimmwerkzeugen eine Verbindung eines Saiten- und eines Blasinstrumentes, wie es bisher noch nicht verfertigt worden ist. So sehr sich nun auch diese Ansicht von der Wahrheit entfernt, so findet man doch bei genauerer Betrachtung, daß sich jener Forscher dem richtigen Standpunkte, so weit es zu seiner Zeit möglich war, genähert hat. Denn er leitet im Grunde die Tonbildung von den Schwingungen der Stimmbänder und den gleichzeitigen Stößen der Luftsäule her [1]). Chladni [2]) schrieb später die Tönung der Reibung der Luft bei ihrem Durchgange durch die Stimmritze und den dadurch erzeugten Wellenbewegungen der Stimmbänder zu und verglich später das Ganze geradezu mit einem Zungenwerke. Diese Ansicht mußte sich auch immer allgemeiner verbreiten, je genauer man die Gesetze der Akustik zur Erforschung der Stimmbildung benutzte und die Versuche mit elastischen Zungenblättern vervielfältigte. Kempelen, Gottfr. Weber, Biot, Magendie, Malgaigne, Cagniard-Latour, R. Willis, Lehfeldt, Joh. Müller und Liskowius bekannten sich daher auch zu jener Meinung. Ein Umstand drängte sie jedoch für einige Zeit in den Hintergrund. Einzelne Forscher nahmen nämlich die alte von Fabricius ab Aquapendente geäußerte Vorstellung an, daß die Tonhöhe nur von der Größe der Stimmritze, nicht aber von der Spannung der Stimmbänder abhängt. Die Glottis müsse immer bei hohen Tönen verschmälert und bei tiefen erweitert sein. Da diese Behauptung die wesentlichste Grundlage vieler früherer Vergleiche mit Flötenwerken bildete, so fiel auch die Parallele, so wie die Thatsache selbst in ihrer Unrichtigkeit nachgewiesen wurde. Vergl. auch §. 3096. Ueber die unpassende Zusammenstellung der Stimmtöne mit den Tönungen angeblasener Flaschen s. Liskowius, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 58. Leipzig, 1843. 8. S. 100 — 105.

Schreien. — Da hier immer der Wind ungewöhnlich verstärkt 3149
wird, so muß schon das Schreien die Bildung hoher Töne begünstigen (§. 3100.). Gesellt sich nun noch eine bedeutende Spannung der Stimmbänder hinzu, bleibt die Stimmritze in einer nur geringen Ausdehnung geöffnet, so daß eine Dämpfung in dem Sinne der Musiker zu Stande kommt (§. 3147.), so wird die Tönung die größte ihr mögliche Höhe erreichen. Wir finden daher auch, daß Menschen, die operirt werden, und vorzüglich Frauen während der schmerzhaftesten Zeit des Gebärens so feine Töne, wie sie kaum künstlich an den todten Stimmbändern erzeugt werden können, hervorbringen (§. 3092.). Der Krampf der Kehlkopfmuskeln, die hierdurch bedingte übermäßige Anspannung der Stimmbänder und Verkleinerung der Stimmritze, die wir nicht selten bei dem Schluchzen, dem Keuchhusten und vorzüglich in dem Millar'schen Asthma antreffen, können ähnliche Folgen nach sich ziehen.

Pfeifen. — Wir verwandeln hier die Mundspalte in eine kleine, 3150
meist rundliche Oeffnung, drücken den vorderen oder den mittleren Theil der Zunge an den weichen Gaumen, lassen aber in der Mitte der Länge nach eine Rinne übrig, die sich vermöge des harten Gaumens in einen vollständigen Canal verwandelt und den Ausgangsweg für die Luft abgiebt. Die Zunge wird nach Kempelen [3]) um so mehr, je tiefer der Ton ausfallen soll, zurückgezogen.

Man kennt noch nicht hinreichend die Mechanik dieser Art von Ton- 3151
bildung. Die Lippen schwingen hierbei nicht zungenartig. Viele Forscher

[1]) Ferrein, Ebendaselbst. p. 52. u. p. 416.
[2]) Chladni, in Gilbert's Annalen der Physik und physikalischen Chemie. Bd. XVI. Seite 188.
[3]) W. v. Kempelen, a. a. O. S. 142.

ſehen die Reibung, welche die Luft an den Wänden der engen Durchgangsöffnung erleidet, für das Weſentliche an. Dieſe Erſchütterung zwingt dann auch die dahinter liegende Luftſäule, in entſprechende Schwingungen zu verfallen. Savart verglich das Ganze mit den Tönen der Lockpfeifen, deren ſich die Jäger bedienen, um die Vogelſtimmen nachzuahmen. Die Stöße entſtehen aber hier dadurch, daß ſich die Luft abwechſelnd verdünnt und zu der Dichtigkeit der umgebenden Atmoſphäre zurückkehrt [1] — eine Bedingung, die ſich bei dem Pfeifen des Menſchen kaum vorausſetzen läßt. Die bekannte Erfahrung, daß man auch pfeifen könne, wenn man den Ausathmungsſtrom durch eine enge, z. B. zwiſchen zwei Fingern übrig bleibende Spalte mit bedeutender Geſchwindigkeit treibt, ſcheint anzudeuten, daß ſchon der bloße erſchwerte Durchgang des kräftig vorwärts getriebenen Gaſes die zur Tönung nöthigen Stöße zu erzeugen vermag.

3152 Ziſchen, Schnalzen, Zähneklappern. — Wollen wir Ziſchlaute hervorbringen, ſo drücken wir den Vordertheil der Zunge an den harten Gaumen, laſſen hinten einen größeren Raum offen und treiben nun die Luft zu der vorderen engen Spalte heraus. Die Zähne und die Lippen entfernen ſich hierbei von einander nur in mäßigem Grade. Die Reibung, die an der engen Durchgangsöffnung zu Stande kommt, bedingt den ziſchenden Klang. Das Schnalzen entſteht dadurch, daß der an den harten Gaumen flach angelegte Vordertheil der Zunge plötzlich und raſch nach dem Boden der Mundhöhle geworfen wird. Der gegenſeitige Stoß der oberen und der unteren Zahnreihe verurſacht endlich das Zähneklappern.

Die Mechanik des Gähnens, des Schluchzens, des Gurgelns, des Lachens und Weinens, des Räuſperns, des Schnäuzens, des Huſtens und der ſie begleitenden Laute iſt ſchon Bd. I. §. 1262. bis 1277. angegeben worden.

3. Sprache.

3153 Die Vortheile, die der Menſch ſeiner höheren geiſtigen Entwickelung verdankt, drücken ſich nur in wenigen Thätigkeiten mit ſolcher Schärfe, als in ſeinem Sprachvermögen aus. Viele Thiere beſitzen einen gleich vollkommenen Kehlkopf, wie wir. Dieſelbe Zahl von Muskeln beherrſcht oft ihre Stimmbänder. Die Zunge erfreut ſich meiſt eines hohen Grades von Beweglichkeit und ein mit einem ausgebildeteren Zäpfchen verſehener weicher Gaumen kommt wenigſtens in den Affen hinzu. Wir vermiſſen deſſenungeachtet in ihnen die Fähigkeit, die Empfindungen auf die vielſeitigſte Weiſe gleichartigen Geſchöpfen durch wechſelnde Laute mitzutheilen und einen fortlaufenden Gedankengang in Worten wiederzugeben. Stände nur die geiſtige Grundlage zu Gebote, ſo würden die Thiere die Mus-

[1] Vergl. Pouillet-Müller, a. a. O. Bd. II. S. 69. Joh Müller, Physiologie. Bd. II. S. 220. 221. Siehe auch über die Verhältniſſe der Lockpfeifen Liskowius, a. a. O. S. 94 — 104.

ihrer Stimmwerkzeuge eben so gut, wie das Kind, gebrauchen lernen. Der Instinkt vollführt oft Thätigkeiten, die der berechnende Sinn des Menschen in gleicher Vollkommenheit kaum zu Stande bringen könnte. Manche Geschöpfe, die tief unter uns stehen, beschämen uns durch ihren Muth, ihre Schlauheit, ihre Berechnung. Die Worte dagegen, die noch der Blödsinnige hervorzulallen vermag, erheben ihn über den vollkommensten Affen, dessen Bau in so hohem Grade an den des menschlichen Körpers erinnert.

Wie die Sprache von dem Geiste abhängt, so drückt sie auch die 3154
Stufe, die das Denken erreicht hat, am Deutlichsten aus. Der beschränkte Gesichtskreis kindlicher Völker schafft nur wenige und einförmige Wörter. Vergrößert aber auch die Erweiterung des Denkgebietes die Zahl der Benennungen, so hängt doch der Reichthum des Sprachschatzes eines Volkes mit der Bedächtigkeit und Gründlichkeit seiner Geistesrichtung innig zusammen. Die Zartheit der Unterscheidungen wächst mit ihr in gleichem Verhältnisse. Synonyme, die in feinen Abstufungen wechselseitig übergehen, verrathen so die Feinheit des Geistes, die Ruhe, mit der die untergeordneten Verhältnisse zersplittert und dem Bewußtsein vorgeführt werden. Völker, die den größten Theil ihrer Thätigkeit dem Gebiete des Gedankens geweiht haben, erreichen hier die höchste Vollkommenheit. Die Gefahr, bloße Ideenspiele den wesentlicheren Erscheinungen der Wirklichkeit zu opfern, droht ihnen aber auch am Meisten.

Die Klarheit der Begriffe giebt sich in der Bestimmtheit der Aus- 3155
drücke und der einfachen Verkettung der Sätze wieder. Es bedarf hierzu einer verhältnißmäßig reichen Sprache. Die Art der Geistesrichtung, eine scharfe Auffassung, ein gegründeter und natürlicher Ideengang können schon allein diesen wesentlichen Vortheil darbieten.

Drücken sich aber auch jene Vorzüge in dem todten, geschriebenen 3156
Worte aus, so bildet die lebendige Rede einen noch naturgetreueren Spiegel der Regungen, die den Geist des Menschen erfassen. Die Melodie des Klanges, die Stärke oder Schwäche der Laute, der Nachdruck, der den einzelnen Worten in ungleichem Maaße verliehen wird, die Höhe oder Tiefe der Töne, der Antheil, der gleichsam dem Gesange bei dem Sprechen gestattet ist, erzeugen hier eine unendliche Reihe bewußter oder unbewußter Veränderungen, die bald den kalten Verstand fesseln, bald dagegen die Phantasie ungestüm fortreißen. Die Gewalt dieser Nebenbedingungen kann daher auch den Gedankenreichthum, die Ruhe der Prüfung, die Schärfe der Zergliederung in dem Zuhörer in den Hintergrund drängen. Die gesprochene Rede verhält sich zu dem geschriebenen Worte, wie eine Begebenheit, die wir selbst durchlebt, zu einem Vorgange, den wir nur durch die Erzählung Anderer vernommen haben.

Die physiologische Forschung hat drei verschiedene Aufgaben zu be- 3157
rücksichtigen. Sollen die einzelnen Laute hervorgebracht werden, so muß die Stellung der über den Stimmbändern gelegenen Theile auf das Mannigfachste wechseln. Manche von ihnen setzen eine gewisse, sich gleich bleibende Lage der Lippen, der Zunge oder des weichen Gaumens voraus.

Andere fodern, daß einzelne dieſer Theile ihren Ort während der Ausſprache des Buchſtabens verändern. Noch andere nehmen endlich eine vorhandene Reſonanz des Naſenrohrs in Anſpruch. Die Bedingungen aber, die jeder Laut nöthig hat, können innerhalb gewiſſer und nicht ſelten ziemlich breiter Grenzen ſchwanken. Die Phyſiologie muß daher zunächſt die allgemeine Mechanik der Buchſtaben anzugeben ſuchen.

3158 Vergleicht man die einzelnen Sprachen, ſo findet man, daß dieſe Verhältniſſe in nicht unbedeutendem Grade wechſeln. Die Labilität der Sprachwerkzeuge macht hier eine unendliche Reihe von Veränderungen möglich. Der Nachweis, wie ein Wurzelwort in eine andere Sprache auf dem Wege des Umlautes übergegangen, gehört der Philologie. Der phyſiologiſche Geſichtspunkt dagegen, unter dem dieſe Erſcheinung aufgefaßt werden muß, ſollte dem Naturforſcher anheimfallen. Die bisherigen Unterſuchungen haben aber gerade hier eines der bemerkenswertheſten Glieder der Sprachſtudien auf ſtiefmütterliche Weiſe behandelt.

3159 Wie jede Race ihren beſtimmten Geſichtsausdruck, jeder Menſch eine gewiſſe Körperhaltung als bezeichnendes Merkmahl beſitzt, ſo zeichnet ſich auch jede Sprache und ſelbſt jeder Dialekt durch eine eigenthümliche Gebrauchsweiſe der Stimmwerkzeuge aus. Der Uebergang der Laute beruht auf keinem Zufalle. Wir werden in der Folge ſehen, daß gleichſam jede Sprache einen Theil ihrer Stimmwerkzeuge mit Vorliebe benutzt. Der häufigere Gebrauch der Kehltöne, der Ziſchlaute, der Naſentöne ändert die Ausſprache vieler Buchſtaben, die ſelbſt nicht nothwendiger Weiſe die begünſtigten Gebilde der Redewerkzeuge ausſchließlich in Anſpruch nehmen. Jeder Dialekt hat ſo gewiſſermaßen eine eigenthümliche Phyſiognomie der Sprachorgane. Wie ſich der allgemeine Geſichtsausdruck eines Menſchen trotz der Verſchiedenheit des Mienenſpiels verräth, ſo geht auch jener Grundcharakter durch alle Laute einer Sprache ſichtlich hindurch.

3160 Die dritte Aufgabe der phyſiologiſchen Sprachforſchung beſteht endlich darin, die akuſtiſchen Vorgänge, von denen die Vocale und die Conſonanten abhängen, zu erläutern. Dieſer Theil der Unterſuchung befindet ſich noch auf der Stufe ſeiner Kindheit. Man hat meiſt nur die einzelnen Sprachlaute durch berechnete Nachahmung der Verhältniſſe der natürlichen Sprechwerkzeuge künſtlich hervorgebracht. Nehmen wir die Vocale aus, ſo fehlen noch alle Bemühungen, die inneren Vorgänge, von denen die Erzeugung der einzelnen Buchſtaben abhängt, auf eine dem gegenwärtigen Stande der Phyſik genügende Weiſe zu ergründen.

3161 Vocale. — Die Stimmritze und die Rachenhöhle genügen ſchon, um die einzelnen Vocale zu erzeugen. Das a, welches auch das Kind zuerſt erlernt, fodert die geringſte, das i dagegen verhältnißmäßig die größte Mühe. Sollen die Vocale kurz und lautlos ausgeſprochen werden, ſo können hierbei die Mundtheile jede beliebige Stellung einnehmen. Schließen wir auch die Lippen, bringen wir die Zähne an einander und drücken die Zunge an den harten Gaumen, ſo ſind wir doch immer noch im Stande, die fünf Hauptvocale ſo anzugeben, daß wir ſubjectiv ihre Unterſchiede mit Sicherheit bemerken. Aendern wir die Lage der Mund-

gebilde, so wie wir jene Laute vernehmlich aussprechen, so kann sich dieses nur auf die Nebenbedingungen der Stärke, des Klanges und des langen Aushaltens des Tones beziehen. Der Wechsel, den wir hierbei einleiten, schwankt daher auch in nicht unbedeutenden Grenzen. Die Bemerkungen, die wir zunächst mittheilen, beziehen sich vor Allem auf das Hochdeutsche und das längere Aushalten der Vocallaute.

Das a fodert eine verhältnißmäßig weite Oeffnung der Mundspalte 3162
und der Zahnreihen. Wir entfernen zugleich die ganze Zunge oder wenigstens den Vordertheil derselben von dem harten Gaumen, um auch den Mundcanal zu vergrößern. Das Gaumensegel und das Zäpfchen ziehen sich mehr oder minder in die Höhe. Obgleich die Choanen nicht verschlossen sind, so übt doch im Ganzen das Nasenrohr einen nur untergeordneten Einfluß aus. Das als Gaumenton ausgesprochene a kann selbst bei zugehaltenen Nasenlöchern seine Reinheit bewahren. Es versteht sich aber von selbst, daß diese Bedingung die absichtliche näselnde Haltung des Vocallautes zu verstärken im Stande ist.

Die gegenseitige Entfernung der Lippen und der Zähne kann bei der 3163
Aussprache des e eben so groß oder etwas kleiner, als bei der des a ausfallen. Der Umfang des Mundcanales scheint hingegen hier eine wesentlichere Bedeutung zu haben. Wollen wir das e laut aussprechen, so können wir den Mund beliebig öffnen. Die Zunge muß aber immer dem harten Gaumen genähert werden. Wird sie künstlich niedergedrückt, so verwandelt sich der laut angegebene Vocal in ä. Das Gaumensegel und das Zäpfchen heben sich ebenfalls in die Höhe. Das letztere scheint sich bisweilen weniger stark aufzurichten und minder schief nach vorn zu stellen, als bei der Angabe des a.

Das i fodert immer eine gewisse Enge des Mundrohres. Oeffnen 3164
wir die Mundspalte so sehr als möglich und drücken die Zunge nieder, so geht sogleich der Laut in ein unreines oder lallendes e, ä oder a über. Bleibt eine nur kleine Spalte zwischen den Lippen und den Zähnen übrig, so hebt sich die Zunge vorzugsweise an den Seitenrändern und lehnt sich mit ihrer Spitze an die unteren Schneidezähne. Hat aber die Mundspalte eine größere Weite, als die Aussprache des i zu verlangen pflegt, erreicht, so sucht die Zunge den Nachtheil zu beseitigen, indem sie sich in ihrer Mitte bauchig emporhebt, sich von vorn nach hinten wölbt und in bedeutendem Grade der Länge nach verkürzt. Es ist mir aber nicht gelungen, die Veränderungen, die der weiche Gaumen unter diesen Verhältnissen erleidet, zu verfolgen.

Das o kann zwar bei allen Oeffnungsgraden der Mundspalte lautirt 3165
werden. Es geht aber, je mehr sich diese vergrößert, um so eher in a über. Es wird um so leichter zu u, je mehr sie sich verkleinert und je weiter sich vorzüglich die Lippen röhrenartig vorstrecken. Diese schieben sich übrigens schon häufig bei der Aussprache des o in geringem Grade nach vorn. Die Zunge wird nach ihrer Spitze hin niedergedrückt, hinten dagegen gewölbt. Flacht man sie im Ganzen ab, so geht leicht der Laut

in e oder ä über. Der weiche Gaumen tritt in die Höhe und weicht nach vorn, als nach hinten aus.

3166 Versuchen wir das u mit möglichst weit geöffnetem Munde a sprechen, so klingt zwar immer noch der Grundlaut mehr oder n deutlich durch. Wir erhalten aber immer eine stärkere oder schwä störende Nebentönung des a oder o. Wollen wir das u vollkommen hervorbringen, so strecken wir die Lippen röhrenartig vor, verkleinern durch die Mundöffnung zu einer niedrigen Spalte und lassen bisw selbst die Lippenränder mitschwingen, um die Resonanz zu verstärken. Zunge zieht sich zurück. Sie wölbt sich hinten und fällt nach vo Ist der Mund so weit geöffnet, daß man die Gebilde der Rache überblicken kann, so bemerkt man, daß sich der weiche Gaumen un Zäpfchen nach oben und zum Theil nach hinten begeben, daß aber zeitig die Gaumenbogen in geringem Maaße nach innen rücken.

3167 Die einzelnen Vocale sondern sich nicht so scharf, als ihre Be benzeichen anzudeuten scheinen. a, i und u bilden eher getrennte Sie kehren auch in allen Sprachen mehr oder minder rein wieder. o dagegen nähern sich schon den Uebergangslauten in höherem Gra

3168 Eine unendliche Reihe von Vocaltönen liegt zwischen den ve denen Hauptvocalen. Die Grammatiker führen viele derselben als pellauter oder Diphthonge auf. Betrachtet man jedoch die Verhä von physiologischem Gesichtspunkte, so findet man, daß man es hier mit Uebergangstönen, wie ä, ö, ü, eu u. dgl., zu thun hat. Es ist stisch unmöglich, zwei Vocale vollkommen gleichzeitig hervorzubr Will man daher den Ausdruck Doppellauter überhaupt beibehalte kann er nur auf die Fälle, in denen zwei Vocale, wie in voi, oui, möglichst rasch folgen, angewendet werden.

3169 Die verschiedenen Sprachen und Dialekte benutzen die Mannigf keit, deren die Aussprache der Vocallaute fähig, auf die ausgeseh Weise. Das deutsche ä, das französische ai liegt so z. B. zwisch und e, das dänische aa, das schwedische å, das österreichische und Theil das englische a, das französische au zwischen a und o, das schr rische ô und das französische o in dem Worte eau zwischen o u Das deutsche ö, das französische eu, das deutsche ü und y, das deutsche ei und das schweizerische ei (wie aei) u. dgl. gehören eb zu diesen Uebergangslauten.

3170 Die Vocalzeichen wechseln auch häufig mit der Verschiedenheit Sprachen. Ein Grundlaut, den die eine einfacher mit einem Buch ausdrückt, wird in einer anderen durch zwei angedeutet. Die Fran haben z. B. auf diese Weise ou, die Holländer oe und die Engl oo für unser deutsches u.

3171 Die Länge oder Kürze, mit der ein Vocal ausgesprochen, der druck, mit dem er betont wird, kann den Laut selbst umändern. Die wie man im Deutschen die beiden a in Adam, die beiden e in Esel spricht, vermag schon darzuthun, wie hier die Beschaffenheit der V laute von der abgemessenen Dauer und Stärke ihrer Betonung abh

Dieſer Einfluß, der in allen Sprachen wiederkehrt, drückt ſich oft genug in dem Geſangvortrage mit vieler Schärfe aus [1]).

Zieht ſich ein Wurzelwort durch mehrere Sprachen hindurch, ſo wechſeln häufig die Vocale in angemeſſenen Mitteltönen. Das a wird z. B. zu e, ei und o und umgekehrt, wie in dem griechiſchen ὄκτω, dem lateiniſchen octo, dem däniſchen otte, dem ſchwediſchen åtta, dem engliſchen eight, dem angelſächſiſchen ähta und dem hochdeutſchen acht. Andere Veränderungen kehren ebenfalls häufig wieder. Asellus erinnert z. B. an Eſel, καμάρα und camera an Kammer, Dach an tectum, ventus an Wind, ἄνεμος an animus, errare an irren, ſchreiben an scribere, auris an Ohr, velle an wollen, longus an lang, probus an brav, non an nein und murus an Mauer. Das angelſächſiſche Ganian, das hochdeutſche Gähnen, das ſchweizeriſche Gyhne, das ſchwediſche gina und das italieniſche ghignare geben uns eine a, e und i und Nacht, nox und νύξ eine a, o und ü umfaſſende Skalenreihe. Alle fünf Hauptlaute können ſich endlich hierbei mehr oder minder ablöſen. Das deutſche Lachen, das engliſche Laugh, das lateiniſche Lix, das ſchwediſche Log und das wendiſche Luza ſind im Stande, dieſe Vollſtändigkeit wenigſtens theilweiſe zu erreichen.

Die Natur der Ausſprache bedingt es bisweilen, daß Vocale oder Conſonanten bei ſolchen Veränderungen eingeſchaltet, hinweggelaſſen oder umgetauſcht werden. Οἶνος geht z. B. auf dieſe Weiſe in Vinum und Wein, λεῖος in levis über. Heute entſpricht hodie, Florenz Firenze, curtus kurz, während umgekehrt ὕπνος somnus gleicht.

Ueber ſolche Uebergänge in den verſchiedenen Sprachen ſ. z. B. Boekh, in Daub und Kreuzer's Studien. Bd. IV. Heidelberg, 1801. 8. S. 376 flg. L. Doederlein, Die lateiniſche Wortbildung. Leipzig, 1839. 8. R. Klotz, Handbuch der lateiniſchen Litteraturgeſchichte nach den Quellen bearbeitet. Th. I. Leipzig, 1846. 8. S. 190 — 208. Jan Purkine, Badania w przedmioce Fizyologii Mowy Ludziéj. Kraków, 1836. 8. und F. Bopp, Vergleichende Grammatik des Sanskrit, Zend, Griechiſchen, Lateiniſchen, Litthauiſchen, Gothiſchen und Deutſchen. Bd. I. Berlin, 1833. 4.

Die Vocale bilden gleichſam die Stützen, an die ſich die Conſonanten 3172
anlehnen. Wir können keinen von dieſen laut und anhaltend ausſprechen, ohne daß ein Vocal vor- oder nachklingt. Folgen mehrere Conſonanten auf einander oder bricht nicht ſogleich der Ton an einem Mitlauter ab, ſo ſchleicht ſich ſogleich ein ſtummer Vocal und vorzüglich ein raſches e ein. Die ſlaviſchen Sprachen, die häufig ihre Silben mit einer Reihe von Conſonanten beginnen oder ſchließen, führen ſchon oft von ſelbſt zu ſolchen Ergänzungen, ohne daß beſondere Zeichen dieſen Zuſatz andeuten. Das hebräiſche Schwa bildet in dieſer Hinſicht ein vollkommeneres Erkennungsmittel. Es theilt zunächſt die Silben ab und belehrt uns z. B., daß Jisrael (יִשְׂרָאֵל) nicht Ji-sraël, ſondern Jis-rael ausgeſprochen werden ſoll. Da ſich dieſes am Ende des Wortes von ſelbſt verſteht, ſo fehlt es in dem Worte Lachem (לָכֶם) und kehrt dafür in Schiwah (שִׁבְעָה) unter dem Beth wieder. Dieſe Rückſicht beſtimmt es, daß ſelbſt ein Schwa unter das faſt lautloſe heh in geeigneten Fällen, wie z. B. in Jihjeh (יִהְיֶה) geſetzt wird. Folgen mehrere Conſonanten unmittelbar auf einander, ſo klingt es natürlich wie ein ſchwaches kurzes e. So z. B. in Wajĕhi (וַיְהִי). Muß endlich der Buchſtabe, der urſprünglich ein Schwa hat, länger ausgehalten oder ſchärfer betont werden, ſo gewinnt auch jenes eingeſchlichene e an Umfang. Das Schwa macht dann geradezu einem

[1]) Vergl. M. Garcia, De l'articulation dans le chant, fragment tiré de la deuxième partie du traité complet sur l'art du chant. Paris, 1847. 8. p. 6 — 8.

darf dabei keiner auffallenden eigenthümlichen Einstellung der Lippen. Der im Ganzen etwas verengerte weiche Gaumen zieht sich in die Höhe. Die Zungenwurzel wölbt sich in mäßigem Grade.

3185 Können sich nicht Vocale an vorangehende Consonanten anlehnen, so schiebt sich von selbst ein h vor dem neuen Vocalstoße ein. Daher z. B. der Unterschied, den wir in der Aussprache von les hommes und les hautes Alpes antreffen. Sprachen, die sich durch eine größere Weichheit und durch ihre Schnelligkeit der Rede auszeichnen, lassen ein h, das in anderen Dialekten vorkommt, hinweg. Das deutsche Harlequin wird so zu dem französischen Arlequin und dem italienischen Arlequino. Es kommt überhaupt in diesen beiden romanischen Sprachen seltener vor, daß Worte mit einem deutlich ausgesprochenen h, wie honte oder hai, anfangen.

Der Spiritus asper vertritt bekanntlich das h in unserer gegenwärtigen Aussprache des Altgriechischen. Die Neugriechen sollen ihn dagegen nicht mehr nach Chladni[1]) auf eine dem Ohre vernehmliche Weise andeuten. Er verräth sich jedoch noch bei ihnen in einzelnen Wörtern mit vieler Schärfe. Manche Schriftsteller[2]) betrachten auch den Spiritus lenis als den leisesten Anhauch, wie wir ihn z. B. unwillkührlich in dem getrennt (als er — innern) ausgesprochenen Worte erinnern einschalten. Da jedoch dieses Zeichen nur im Anfange, nicht aber im Verlaufe der auch abgesetzt wiedergegebenen Worte gebraucht wird, so dürfte es wahrscheinlicher sein, daß es uns als negatives Merkmahl, zur Angabe des Mangels der besonderen Aspiration gedient hat.

3186 Es bedarf nur einer geringen Veränderung, daß das h in ch, wie es in dem deutschen ach, dem hebräischen Cheth (ח) oder dem schweizerischen oder holländischen ch klingt, übergeht. Die hintere Zungenhälfte pflegt sich hierbei etwas stärker zu wölben. Es bleibt jedoch immer noch ein bedeutender Spaltraum zwischen ihr und dem harten Gaumen übrig. Der weiche Gaumen senkt sich etwas hinab. Das Zäpfchen stellt sich schief von oben und hinten nach vorn und unten. Es zittert in sichtlicher Weise, wenn der Schnarrlaut mit der nöthigen Kraft hervorgebracht wird.

3187 Der Uebergang des h in ch verräth sich auch häufig in der geschichtlichen Entwickelung der Sprachen. Das altdeutsche Ahsala und das mitteldeutsche Ahsal wurde so zu dem gegenwärtigen Worte Achsel.

3188 Das weiche ch, das wir z. B. in Ich haben, welches die Spanier durch j und zum Theil durch x ausdrücken und das wahrscheinlich dem χ der Griechen entspricht, fodert eine andere Mechanik, als jenes rauhe ch. Der Mitteltheil der Zunge höhlt sich hierbei aus, während sich die Seitenränder gegen den harten Gaumen zu stemmen suchen. Es entsteht so ein Windcanal, durch den die Luft mit geringerer Gewalt hindurchzischt. Die Zungenspitze senkt sich bisweilen herab, um die Ausgangsöffnung desselben zu erweitern. Dieser Laut fehlt nach Chladni[3]) manchen feineren re-

[1]) Chladn, in Gilbert's Annalen der Physik und physikalischen Chemie. Bd. XVI. Leipzig, 1824. 8. S. 214.

[2]) K. M. Rapp, Versuch einer Physiologie der Sprache nebst historischer Entwickelung der abendländischen Idiome nach physiologischen Grundsätzen. Bd. I. Stuttgart und Tübingen, 1836. 8. S. 53.

[3]) Chladni, a. a. O. S. 210.

fünf Hauptvocale fodern ſollte, auf. Der Raum, den der Lippencanal einſchließt, de ungefähr nach ihm in umgekehrtem Verhältniſſe zu dem des Zungencanales ſtehen. er müßte hiernach mit u, o, e, i, a wachſen und dieſer in derſelben Reihenfolge ab-nen.

Bedenken wir, daß jeder tiefe brummende Ton eines Saiteninſtrumentes oder einer el wie u klingt und ſehr hohe Töne nur i angeben, ſo müſſen wir ſchon ſchließen, die Zahl der Schwingungen einen weſentlichen Einfluß auf die Art des Vocallautes üben wird. Die Verſuche von Willis[1]) haben dieſe Folgerung beſtättigt und zu-h das Ganze auf wiſſenſchaftlichere Grundlagen zurückgeführt.

Brachte Willis ein trichterförmiges Corpus über einer Zunge an und verkleinerte llmählig die Ausgangsöffnung, ſo erzeugten die anhaltenden Töne die Reihe der fünf iptvocale. Befand ſich eine Anſatzröhre oder eine Pfeife vor der Zunge, ſo hing es der Länge dieſes Nebenſtückes ab, welcher Vocal zum Vorſchein kam. Nehmen wir man erhielt zuerſt i bei einer gewiſſen Kürze des Corpusſtückes, ſo hörte man i, e, und u mit zunehmender Verlängerung deſſelben. Dehnte ſich das Nebenſtück noch er aus, ſo kehrten die fünf Hauptvocale in entgegengeſetzter Ordnung, als u, o, a, e, i ier. Nahm die Verlängerung noch mehr zu, ſo erhielt man von Neuem i, e, a, o u. Die Stärke der Laute ſank aber mit der Vergrößerung der Länge.

Die Höhe des Tones, der urſprünglich zum Grunde liegt, kann die Zahl der Vo-, die auf dieſem Wege erzeugt werden, beſchränken. Hatte z. B. die Anſatzröhre Länge, bei der noch mittelſt einer tieferen Zunge o und u hervorgebracht wurden, rach eine höhere Zunge die Reihe bei o ab. Sie kehrte dann wieder zu den ent-ngeſetzten Gliedern zurück. Die Zunahme der Verlängerung bedingte zuerſt i, e, a, o, u o, a, e, i, hierauf wieder i, e, a, o u. ſ. f. Dieſes ſtimmt inſofern mit den Ver-niſſen unſerer Sprachwerkzeuge, als es uns nicht möglich iſt, das u und ſelbſt das i ſehr hohen Tönen mit vollkommener Deutlichkeit anzugeben.

Die oben erwähnten Erſcheinungen führen zu dem Schluſſe, daß die öftere und hin-jend raſche Wiederholung deſſelben Tones den Eindruck eines Vocallautes bedingt. : müſſen aber hierbei zwei Fälle unterſcheiden. Wird eine geſpannte Saite ange-igen, ſo erhalten wir den urſprünglichen einfachen Ton. Die Zahl der Schwingun-, die auf die Secunde kommt, entſcheidet unmittelbar, ob ein u oder i mitklingt. ren wir dagegen eine Zunge, vor der ein Anſatzrohr oder eine Pfeife angebracht iſt, rzeugt jene eine Reihe urſprünglicher und das Nebenrohr eine Skale ſecundärer und ier ſchwächer werdender Wellenzüge. Gleiche Zeiträume trennen die beiderſeitigen ße von einander. Die Größe des Intervalls aber, das ſie von einander zeitlich ſon-, hängt von der Länge des Anſatzrohres ab. Da die urſprüngliche Anregung die l der Wellenbewegungen feſtſtellt, ſo wird die Zunge allein die Tonhöhe beſtimmen. Veränderung, welche die Pfeife bewirkt oder der Einfluß der ſecundären Impulſe t in dieſer Hinſicht verloren. Er macht ſich dagegen in dem Vocallaute, den man t, geltend.

Denken wir uns, wir hätten eine offene Röhre, die ihrer Länge nach $\overline{\overline{g}}$ angeben rde (§. 3054.), ſo entſpricht dieſes nach Willis[2]) dem Vocallaute ä. Verſehen wir mit einer Zunge, die 528 Schwingungen in der Secunde macht, ſo klingt das ä in d. h. in demjenigen Tone, welcher der Zahl der mitgetheilten Stöße entſpricht 3123.). Setzen wir eine Zunge ein, die 352 Mal in der Secunde erzittert, ſo bleibt ir das ä, es tönt aber jetzt in f. Es hängt mithin die Tonhöhe von der Zahl der prünglichen und der ſecundären Schwingungen, die Vocalart dagegen von der Tonhöhe, das Anſatzrohr als offene Pfeife geben würde oder von der Tonhöhe des ſecundären derholten Tones ab.

Befeſtigen wir eine Uhrfeder an ein Zahnrad, ſo wird die Höhe des Tones mit der hl der Stöße wechſeln (§. 3044.). Die Feder ſelbſt ſchwingt aber hier auch für ſich, : die Luft der Anſatzröhre, die oberhalb einer Zunge angebracht wird. Dieſe ſecundäre ränderung muß mit der Länge der Feder wechſeln und zu verſchiedenen Vocallauten eben erläuterten Auffaſſungsweiſe gemäß führen. Die Erfahrung beſtättigte dieſe

[1]) Robert Willis, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. XXIV. Leipzig, 1832. 8. S. 397 — 437.

[2]) Willis, a. a. O. S. 415.

Voraussetzung. Drehte Willis [1]) das Rad gleichförmig um, so behielt der Ton dieselbe Höhe bei. Es hing aber von der Länge des schwingenden Theiles der Feder ab, welche Vocallaute in reineren oder rauheren Tönen zum Vorschein kamen.

3177 Mitlauter. — Ihre Bildung richtet sich vorzugsweise nach der Thätigkeit der einzelnen Theile des Mundrachenrohres. Die Consonanten fodern eine gewisse vorbereitende Einstellung, die sich nach Maaßgabe der Verschiedenheit der Laute erhält, ändert oder einer nachfolgenden Entladung Platz macht. Sie können fast nie auf vernehmbare Weise, ohne sich auf einen Vocal zu stützen, ausgesprochen werden. Sollen sie dagegen bloß kurze Geräusche bilden, so fällt nicht nur diese Bedingung hinweg, sondern sie kommen auch meist deutlicher, als die mit geschlossenem Munde angedeuteten Vocale zum Vorschein.

3178 Die Geräusche, die das reine f, s und z andeuten, schließen gewissermaßen schon ein e, das in v und w noch mehr hervortritt, in sich. h und k stützen sich in der Regel auf ein von selbst mittönendes a, v auf ein nebenklingendes a oder e, l, m und n auf ein vorangehendes und b, c, d, g und p auf ein nachfolgendes e, x auf einen Nebenvocal, der dem i am Nächsten steht, und q auf ein halbes a oder u. Das Verfahren, nur die Zischlaute der einzelnen Consonanten bei dem ersten Unterrichte einzuprägen, widerstreitet daher zwar, theoretisch genommen, der Natur der Verhältnisse. Es gewährt aber dessenungeachtet den Vortheil, daß die angenommenen Buchstabennamen zu keinen Irrungen bei dem Anfange des Lesens führen, daß das Kind den bloßen Stoß des k und nicht ka bei der Betrachtung des Buchstabens k angiebt, daß es sogleich kommen und nicht kaommen ausspricht.

Der Wohllaut einer Sprache beruht zu einem großen Theile darauf, daß die Zahl der Vocale möglichst gehäuft, dabei aber auch, so sehr es irgend angeht, an passende Consonanten angelehnt wird. Ist diese zweite Bedingung nicht erfüllt, so fodert die Masse der Selbstlauter eine übermäßige Menge von störenden Absätzen. Zeichnet sich umgekehrt eine Sprache durch zu viele Consonanten aus, so verursachen die fortwährenden Entladungen der Sprachwerkzeuge eine gewisse Härte oder eine störende Anhäufung von verschiedenartigen Windstößen.

Der Dialekt, den ein Mensch von Kindheit auf spricht, erzieht gleichsam die Einstellung der Sprachwerkzeuge. Diese werden hierbei in einseitiger Richtung ausgebildet. Der Mensch behält daher einen gewissen ursprünglichen Accent, so wie er später eine fremde Sprache zu reden versucht. Zweierlei Verhältnisse können aber diesen Uebelstand verringern. Manche Sprachen fodern eine Einstellungsweise, die sich leicht fremden Redeweisen anpaßt. Der Pole oder Russe spricht daher häufig französisch und italienisch sehr gut, das Deutsche dagegen mit einem leicht kenntlichen eigenthümlichen Ausdruck. Wie aber der kindliche Körper die mannigfachen Bewegungen, die das Spiel der musikalischen Instrumente, das Tanzen und das Turnen fodert, gleichzeitig erlernen kann, so sind auch seine Sprachwerkzeuge im Stande, die vielseitigsten Laute mit derselben Vollkommenheit hervorzubringen. Menschen, die schon in früher Jugend deutsch, französisch und englisch zugleich gelernt haben, erlangen daher die Fertigkeit, diese drei Sprachen mit derselben Feinheit, wie Eingeborene, zu lautiren.

3179 Die Aussprache der Mitlauter hängt vorzugsweise von dreierlei Bedingungen ab. Man unterscheidet auch demgemäß anhaltende (Litterae

[1]) Willis, a. a. O. S. 417.

consonantes continuae), Entladungs- (L. c. explosivae) und Nasen-Consonanten (L. c. naso-orales).

Die anhaltenden Laute zerfallen in Hauch-, Rassel- oder Zischlaute. 3180
Der durch den Mund hervorgetriebene Luftstrom erzeugt dann eine bestimmte Tönung vermöge der einmal angenommenen Stellung der einzelnen Gebilde des Durchgangsrohres. Sie kann daher gleich dem Winde, der sie veranlaßt, eine beliebige Zeit fortdauern. c, s, z, sch, ch, j, x, ſ, v (w), h, l, q, r und zum Theil g stimmen in dieser Eigenschaft überein. Wird aber der Luftstrom zu lange ausgehalten, so verwischt sich leicht der Unterschied des c, s und z, des ch und r, des ſ und v, des ch, g und j, des h und ch.

Wollen wir einen Schlaglaut hervorbringen, so öffnen wir plötzlich 3181
einen Ausweg, den wir in dem vorbereitenden Momente geschlossen haben. Wir können den Consonanten nur den kurzen Augenblick, welchen die Entladung einnimmt, aussprechen. Die Lippen dienen diesem Stellungswechsel bei dem b und p, der vordere Theil der Zunge bei d und t und der hintere bei g und k. Der Unterkiefer unterstützt oft die Veränderung in den beiden letzten Fällen. g und k lassen sich aber auch so, daß hierdurch ein Uebergang zu den anhaltenden Mundlauten gegeben ist, hervorbringen.

Die Nasenlaute benutzen vorzugsweise den Widerklang des Nasen- 3182
rohres. Einzelne Gebilde des Mundcanales schließen sich daher in dem Augenblicke, in dem jene Buchstaben erzeugt werden sollen. Wir bringen so die Lippen an einander, wenn wir das m, und drücken den Vordertheil der Zunge an den harten Gaumen, wenn wir das u aussprechen wollen. Halten wir uns die Nasenlöcher zu, so können wir zwar noch m und n ziemlich gut lautiren. Jenes lehnt sich aber leicht an ein nachklingendes b und dieses an ein mittönendes d an. Dieser Fehler wiederholt sich nicht selten in Menschen, die einen starken Schnupfen haben oder deren Nasenhöhle von Polypen oder anderen Wucherungen eingeengt ist.

Mehrere Gründe machen es fast unmöglich, die Mechanik, aus der 3183
die Lautirung der Consonanten hervorgeht, mit befriedigender Vollständigkeit zu schildern. Die Vordertheile des Mundrohrs stellen sich in vielen Fällen so ein, daß man nicht unmittelbar die Gebilde des Racheneinganges beobachten kann. Ein und derselbe Buchstabe kann die verschiedenste Aussprachsweise in den mannigfachen Sprachen darbieten. Manche Consonanten fodern überhaupt nur eine gewisse Art eines Zisch-, eines Schnarr- oder eines anderen Lautes. Es ist aber dann im Wesentlichen gleichgültiger, welche Art von Vorbereitung die hierzu nöthigen Bedingungen liefert. Die Gewohnheit, der Einfluß der Muttersprache und der Bau der Stimmwerkzeuge entscheiden daher erst über die einzelnen Veränderungen.

Das h bildet den einfachsten Hauchlaut, der sich leicht von selbst an 3184
dem Anfange der Worte und selbst bei dem Beginne der getrennten Silben einschleicht. Der Stoß, dem es seinen Ursprung verdankt, kann sich auf die Kehle allein beschränken. Soll es aber laut ausgesprochen werden, so muß sich der Ausgang des Mundrohres geöffnet haben. Es be-

einerseits garcon, gronder, gouffre und anderseits gè
Der Tausch des g und k verräth sich z. B. in dem alt
dem gegenwärtigen Gemse, dem portugiesischen und sp
italienischen Camozza und dem böhmischen Kamsik
weicheren Zischlaute in dem französischen Cham
Giemza hervortreten.

Das g und das k hängen ferner der Nat
ihnen unmittelbar folgenden Buchstaben ab.
schiedeneren Zischlaut, so verschmelzen sie
cheren x. Wir haben daher das schweizeris
das mittelhochdeutsche akes und das ba
k im Anfange des Wortes auf einen
ausgesprochen, so gehen sie leicht
Das lateinische homo entspricht so
hochdeutschen Komo [1]). Gestern e
lich starke Nasenlaute hinzu, so
nachfolgendes x macht es nicht
ähnlichen eben so weichen Lav

Während die meisten neueren
haben, besitzt das Hebräische dr
veränderliche und Kuf (ק) für
Verhältnissen in Chol (חל
k in allen Fällen bei.

3193 Das schnarrend
von selbst in ein
angegeben, so v
das Zäpfchen h
die der durcha
selbst der Zu
arabische R
in etwas
der Gen

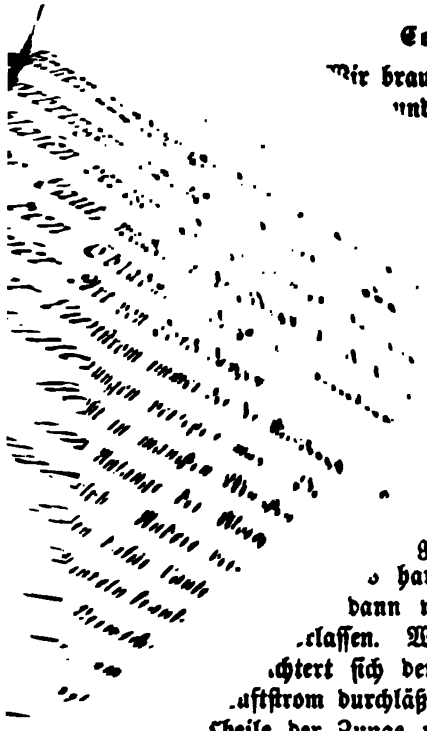
3194 Da
Mundr
legt si
zähne
von
die
lär

3195

Das Gaumensegel ist, wie wir bereits gesehen haben, beson
ders bei den Nasenlauten thätig, indem es sich vor dem Durch
gange der Luft durch die Nase senkt. Es kann aber auch
bei den übrigen Lauten, wenn sie in der Nähe von Nasen
lauten stehen, eine Mitwirkung eintreten, die sich durch
einen leichten Nasenklang kundgibt. Dieser Nasenklang
ist z. B. in dem Worte Mann, wo er sich an das n anlehnt,
deutlicher als in dem Worte Bank, wo er sich an das k
anlehnt, und in dem Worte Bad, wo er sich an das d
anlehnt, ist er noch weniger deutlich. Wenn wir daher
die Nasenlaute in drei Grade theilen, so gehören die
Laute b, d, g, k, p, t in den dritten Grad, die Laute
f, l, r, s, sch, ß, v, z in den zweiten Grad, und die
Laute m, n in den ersten Grad.

Die Nasenlaute sind, wie wir gesehen haben, Mittel
laute, und sie können daher, wenn sie in Verbindung mit
Verschlusslauten stehen, nicht ausgestoßen werden. Sie
können aber, wenn sie in Verbindung mit Reibelauten
stehen, ausgestoßen werden, und sie werden dann, wenn
sie in Verbindung mit Zischlauten stehen, in der Regel
ausgestoßen. Wenn wir daher in dem Worte Mann
das n ausstoßen, so bleibt uns das Wort Ma, wenn wir
in dem Worte Mond das n ausstoßen, so bleibt uns das
Wort Mod, wenn wir in dem Worte Mensch das n aus
stoßen, so bleibt uns das Wort Mesch, und wenn wir in
dem Worte Manz das n ausstoßen, so bleibt uns das
Wort Maz.

Die Nasenlaute sind, wie wir gesehen haben, Mittel
laute, und sie können daher, wenn sie in Verbindung mit
Verschlusslauten stehen, nicht ausgestoßen werden. Sie
können aber, wenn sie in Verbindung mit Reibelauten
stehen, ausgestoßen werden, und sie werden dann, wenn
sie in Verbindung mit Zischlauten stehen, in der Regel
ausgestoßen. Wenn wir daher in dem Worte Mann
das n ausstoßen, so bleibt uns das Wort Ma, wenn wir
in dem Worte Mond das n ausstoßen, so bleibt uns das
Wort Mod, wenn wir in dem Worte Mensch das n aus
stoßen, so bleibt uns das Wort Mesch, und wenn wir in
dem Worte Manz das n ausstoßen, so bleibt uns das
Wort Maz.



Wir brauchen nur das Wort Glas mit langem a
und hartem s auszusprechen, um diesen Un-
reine z plötzlich und scharf hervorgebracht,
mit, weil die Zunge im Augenblicke
e bei diesem Buchstaben an den
b. Zettel klingt daher fast
des Hebräischen machen
die meisten neueren
h (זבח), Jis'rael
und Zedek oder bei-

ue, welche die Zunge übernimmt, 3205
richtigen Aussprache des s tiefer unten
ihrer Spitze an die Vorderzähne der Un-
gebildet werden, so muß sie sich umgekehrt
harten Gaumens und die Vorderzähne des
dann wieder den nöthigen Raum dem durchtö-
claſſen. Wird dagegen das feinere s zu dem brei-
chtert sich der Mechanismus, weil die Spalte, welche
uftstrom durchläßt, weiter nach hinten nach dem mittlern
Theile der Zunge und des harten Gaumens verrückt wird.
der Grund, weshalb Völker, die überhaupt häufiger den Vor-
des Mundes in ihrer Rede benutzen, das st lispelnder ausspre-
, während Stämme, in denen die Kehltöne den Vorrang besitzen,
en Zischlaut vorziehen. Der Süddeutsche und der Schweizer machen da-
her isicht aus ist. Spricht aber noch der Mitteldeutsche schtehen, so ver-
wandelt es der Norddeutsche auch in der Lautirung in stehen. Der gleiche
Unterschied kehrt im Hebräischen in den Stichwörtern Schiboleth und
Siboleth wieder. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich auch bei ande-
ren Lauten. Das griechische σχῆμα wird so zu dem deutschen Schema,
Iskia zu Jschia, scribere zu schreiben.

Das breite und volle sch fordert, daß sich die Seitenränder der Zunge 3206
an den harten Gaumen und die Seitenränder der Oberkieferzähne anle-
gen, daß sich dagegen ihre Mitte abflacht oder aushöhlt. Es entsteht auf
diese Weise ein ziemlich breiter Hohlraum, durch den die Luft mit mäßiger
Geschwindigkeit fortgeht. Der Laut wird dabei flacher oder zischender, je
nachdem die Spalte der Zahnreihen mehr oder weniger offen bleibt oder
gänzlich geschlossen ist. Befinden sich größere Lücken in den Vorderzähnen,
so gewinnt leicht der Ton einen pfeifenden Beiklang. Wir wählen bis-
weilen diese unangenehme Form des sch, um Hunde oder andere Thiere
zu reizen.

Soll die Tönung gemildert werden, so verkleinert sich der Mittelthеil 3207
des Mundrohres in stärkerem Maaße. Die Zunge gewinnt bei ihrer Auf-
wulstung eine andere Gestalt und stemmt sich gegen den harten Gaumen
mit einem ausgedehnteren Stücke. Der Laut verliert aber hierdurch leicht

zerische Chrieg, das hochdeutsche Krieg oder Gram, das hebräische Jeruschalajim יְרוּשָׁלַיִם beweisen das Gleiche.

3200 Die Luftsäule, die hinten den R-Laut hervorgerufen hat, kann nach vorn zu andern sich anschließenden Zischtönen benutzt werden. Lehnen sich diese beiden Arten von Consonanten an vorangehende Vocale an, so werden sie leichter auszusprechen sein, als wenn das Wort mit rsch beginnt. Das einfachere Deutsche hat daher nur Namen wie Ersch, Thiersch. Die schwierigeren slavischen Dialekte dagegen benutzen auch das rz, das wie rsch klingt, am Anfange der Wörter.

3201 Der Zungenzischlaut s entsteht am Einfachsten dadurch, daß sich die Zunge im Ganzen wölbt, dem harten Gaumen nähert, sich seitlich an diesen anschmiegt und vorn in der Nähe desselben schweben bleibt. Es erzeugt sich auf diese Weise ein niedriger Durchgangscanal, den der Luftstrom mit zischendem Geräusch durchsetzt. Das Gas kann dann durch die geöffneten Zahnreihen oder wenn sie geschlossen sind, durch die Lücken, die zwischen den Zähnen übrig bleiben, austreten. Soll das s minder rein klingen, so bedarf es überhaupt nur irgend einer Stellung, die eine hinreichend feine Ausgangsspalte liefert.

3202 Die reine Aussprache des s fordert, daß der Grad des Zischtones innerhalb einer bestimmten Breitengrenze eingeschlossen bleibt. Es überschreitet diesen nicht selten in Menschen, die große Zahnlücken besitzen. Eine pfeifende Klangweise stört daher die Reinheit des Lautes. Wir können ihn umgekehrt breiter und unangenehmer machen, wenn wir die Zungenspitze zwischen die geöffneten Zahnreihen legen und sie im Augenblicke der Tonerzeugung in mäßigem Grade vorschieben.

3203 Die Härte oder Weichheit, mit der dieser Zischlaut ausgesprochen wird, bedingt so bedeutende Unterschiede, daß manche Sprachen besondere Buchstabenzeichen für diese untergeordneten Abweichungen besitzen und andere sie wenigstens in der Aussprachsweise der einzelnen Worte berücksichtigen. Das Hebräische hat z. B. auf diese Weise sein weichstes s in dem Sain (ז), seinen stärkeren Zahnzischlaut in dem Sin (שׂ), sein noch härteres in dem Samech (ס) und sein härtestes in dem Zade (צ). Das Sin geht dann durch Verbreiterung in Schin (שׁ) oder sch über. Die Deutschen deuten dieselben Unterschiede durch s, sz, ſs und z, die Franzosen durch s, sſ, z, c, nur minder scharf an. Das englische th führt endlich gewissermaaßen das s zu den Entladungslauten über. Soll es völlig rein ausgesprochen werden, so muß sich die Zungenspitze auf die Vorderzähne und den Oberrand der Lippen legen und im Augenblicke der Betonung eine kurze Strecke vorschießen.

3204 Die Stärke des Windes und die Schnelligkeit, mit der der Luftstrom zischend hervortritt, unterscheidet das mildere von dem etwas härteren s. Der Vergleich der Aussprache dieses Lautes in Les hommes und La somme kann uns dieses leicht versinnlichen. Das deutsche sſ oder ſz schließt sich diesem stärkeren s zunächst an. Der Vordertheil der Zunge legt sich jedoch gegen den harten Gaumen, während sich die Spitze gegen die Un-

[illegible]ungen. Wir können auch daher schon diesen Laut, wenn auch klappernd und [illegible]vollkommen hervorbringen, so wie sich nur die Lippen in sichtbare Schwin[illegible]ungen durch das Anblasen versetzen. Der eigenthümliche, dem Schnauben [illegible]er Pferde zu vergleichende Laut, welcher in der Sprache der Wilden von [illegible]eu-Guinea vorkommt und den Chladni [1]) durch brr auszudrücken [illegible]ucht, gehört wahrscheinlich zu dieser Art von Tonbildungen.

Es ergiebt sich von selbst, daß der Luftstrom immer bei der Aussprache 3196
[illegible] r einzelne Theile in merkliche Erschütterungen versetzen muß. Die [illegible]igkeit, diesen Bedingungen zu genügen, stößt in manchen Menschen [illegible]f Schwierigkeiten. Viele lassen nur das r im Anfange der Worte [illegible]weg und sprechen das leichtere Udolph statt Rudolph. Andere ver[illegible]lässigen diesen Buchstaben in allen Fällen und wählen dafür Laute, [illegible]cher dem d oder dem t entsprechen [2]). Leute, deren Mandeln krank[illegible]t vergrößert sind, bringen nicht selten l statt r hervor. Die Verwech[illegible]ung tritt auch sonst, wenn tiefe Kehllaute unmittelbar nachfolgen, am [illegible]leichtesten hervor. Der Deutsche, der das ch weicher ausspricht, sagt [illegible]e Leichtigkeit Kirche. Der Schweizer dagegen, der auch hier sein tie[illegible]feres Kehl-ch gebraucht, verwandelt jenes Wort in Kilche. Das Chine[illegible]sische ersetzt immer das r mit l.

Folgt das r auf einen Consonanten, so fodert sein Schnarrlaut einen 3197
[illegible]n heftigen Uebergang oder ein zu langes Aushalten der Stimme. Es [illegible]kommt daher in einzelnen slavischen Sprachen vor, daß solche r in der [illegible]schnellen Rede vollkommen vernachlässigt werden.

Es liegt in der Natur der Sache, daß der Luftstrom, der die Schwin- 3198
[illegible]ungen des r veranlaßt, mit einem kräftigen, dem h gleichenden Anhauche [illegible]beginnt. Dieser Umstand erklärt es, weshalb manche Sprachen das h-Zei[illegible]chen dem Anfangs-r vorausschicken. Das angelsächsische hryg, das is[illegible]ländische hriggur, das altnordische hryggr und das angelsächsische hrecg [illegible]entspricht so unserm hochdeutschen Rücken. Lehnt sich das r, mit dem eine [illegible]Silbe oder ein Wort anfängt, an einen nachfolgenden Vocal an, so klingt [illegible]wieder leicht ein feiner Anhauch mit. Folgen zwei r unmittelbar auf ein[illegible]ander und schließt das eine die erste Silbe, während die zweite mit dem [illegible]anderen anfängt, so tritt dieses noch deutlicher hervor. Die Griechen [illegible]deuteten es daher auch mit ihrem Spiritus asper an. Wir drücken es [illegible]oft im Deutschen durch ein eingeschaltetes h, vorzüglich in den Fremd[illegible]wörtern Rheumatismus, Rhabarber aus.

Der Trieb, den Luftstrom, der einen bestimmten Laut erzeugt, mög- 3199
[illegible]lichst vielseitig zu benutzen und hierdurch an Geschwindigkeit und Leichtig[illegible]keit der Rede zu gewinnen, führt uns zu gewissen natürlichen Verbindun[illegible]gen einzelner Consonanten. Das r kann uns ein Beispiel hierfür liefern. Der tiefe Kehllaut desselben nähert sich zunächst, wie wir früher gesehen ha[illegible]ben, dem h, ch, j, g und k. Viele Sprachen verbinden daher auch einen [illegible]dieser Consonanten mit dem tiefer oder höher ausgesprochenen r. Wir [illegible]haben so das angelsächsische hreove für das hochdeutsche Reue. Das schwei-

[1]) Chladni, a. a. O. S. 213.
[2]) Talma, in den Mémoires de l'academie des sciences. Tome II. p. CXII.

an Bestimmtheit und geht selbst allmählig in andere Consonanten

3208 Nur wenige Sprachen, wie das Hebräische oder das Russische [illegible] die wesentliche Art des Zischlautes sch mit besonderen Zeichen aus[illegible] dere Dialekte behelfen sich häufig in dieser Hinsicht mit fremdartigen [illegible] staben. Das Französische und z. Thl. das Deutsche gebraucht z. B. für die weichste Form, wie in den Worten elargir und Loge. Das [illegible] zösische und z. Thl. das spanische ch, das portugiesische x und das [illegible] nische sc vertreten häufig solche verschiedene Uebergangslaute. Zi[illegible] der Art fehlen dagegen nach Forster in den Sprachen der Einge[illegible] von Tahiti und von andern Südseeinseln.

3209 Das s wird auf die natürlichste Weise hervorgebracht, wenn m[illegible] vorderen Oberkieferzähne auf die obere Fläche der etwas nach hint[illegible] drückten Unterlippe stellt und die Luft durch die Zwischenräume der [illegible] zelnen Zähne oder durch eine feine zwischen ihnen und der Unterlippe [illegible] bleibende Spalte zischend dringen läßt. Es bedarf aber nicht nothwe[illegible] ger Weise dieser eben geschilderten Stellung. Lassen nur überhaupt [illegible] Zähne oder die Lippen einen feinen Durchgangsraum offen, so gelingt [illegible] schon in der Regel, das s anzugeben. Der Deutsche sucht dann die gr[illegible] ßere Kürze oder Länge des Zischtones durch s oder ss auszudrücken. Di[illegible] Verwandtschaft, in der dieser Buchstabe zu manchen Entladungslauten steht, wird uns später bei diesen beschäftigen.

3210 Das weichere w setzt zwar im Allgemeinen dieselbe Einstellungsweise der vorderen Stücke des Mundrohres, wie das s voraus; die Mundspalte selbst verbreitert sich aber dann in stärkerem Grade. Strengt sich der Kehlkopf an, um den Zischton lauter ertönen zu lassen, so klingt bald ein halbes u mit. Die englische Aussprache des well, das fast wie ouell lautet, fußt auf diesem Verhältnisse. Wollen wir aber qu an einen nachfolgenden Vocal anlehnen, so wird umgekehrt das u von selbst zu w. Wir haben so qwer für quer. Die größere Leichtigkeit der Aussprache führt auch in anderen Fällen zu einem ähnlichen Uebergange. Aneurysmen verwandelt sich bald in Anevrysmen, wenn schnell gesprochen wird. u und v stehen daher auch im Lateinischen in genauer Verbindung. Das Hebräische gebraucht das Waw (ו), das fast wie w klingt, um das volle u und das sich ihm annähernde tiefe o anzudeuten. Man schaltet es daher in die Worte Halleluja (הַלְלוּיָהּ) und Jom (יוֹם) ein.

3211 Das v steht streng genommen in der Mitte zwischen f und w. Der Unterschied ist jedoch so gering, daß die meisten Sprachen diesen Laut geradezu bald mit f und bald mit w zusammenwerfen.

3212 Sollen die beiden Entladungsconsonanten b und p deutlich ausgesprochen werden, so schließen wir zuerst die Mundspalte und entfernen plötzlich die Lippen, so wie der Luftstrom bis zu ihnen vorgedrungen ist. Die Zähne lassen nur die nöthige, mäßig große Durchgangsspalte offen oder sie entfernen sich erst im Augenblicke der Aussprache. Die Zunge bleibt zwar nicht ruhig im Grunde der Mundhöhle liegen. Sie kann aber verschiedene Gestalten annehmen, um die nöthige Weite dem

ıtrohre zu verleihen. Es hängt dagegen von der Stärke der Entla-
ab, ob der weichere Laut b oder der härtere p zu Stande kommt.

Es erklärt sich hieraus von selbst, weshalb so häufig diese beiden 3213
ıstaben gegenseitig verwechselt werden. Vergleichen wir aber die ver-
denen Dialekte und Sprachen, so finden wir noch, daß nicht selten b
p in f, v oder w übergehen oder sich von ihnen in einzelnen Fällen
reten lassen. Wird z. B. im Hebräischen das Waw affixum (ו), das
bedeutet und wie u klingt, vorgesetzt, so verwandelt sich leicht b in w
) p in f. Bajom (בְּיוֹם) geht auf diese Weise in Uwajom (וּבְיוֹם)
b pikdonenu פְּקַדוֹנֵנוּ in Ufikdonenu וּפְקַדוֹנֵנוּ über. Aehnliche Ver-
echselungen kehren auch in anderen Sprachen wieder. Das althochdeut-
he hanaf und unser Hanf entsprechen dem lateinischen Cannabis, das
othische fimf, das althochdeutsche vinf und unser fünf dem griechischen
πεντε, das althochdeutsche vlò und das neuere Floh dem lateinischen
ulex. Pellis erinnert an Fell und Piscis an Fisch. Die Neugriechen
prechen das β wie w aus. Die Gascogner vertauschen häufig b und v
nd umgekehrt. Das b erleidet dasselbe Schicksal in manchen spanischen
Worten. Einzelne Süddeutsche sprechen häufig awer statt aber. Diese
Verwechselung erklärt sich daraus, daß es leichter ist, den Zischlaut an
inen vorangehenden betonten Vocal anzulehnen, als die eine Unter-
rechung fordernde Entladung einzuleiten.

Folgt ein f unmittelbar einem p nach, so verwickelt sich die Mechanik 3214
er Sprachwerkzeuge in höherem Grade. Personen, die an Stottern lei-
n, stoßen hier oft auf bedeutende Schwierigkeiten. Manche Menschen
elche die Bequemlichkeit der Künstlichkeit der Sprache nicht aufopfern,
ngehen diesen schwierigen Laut und verwandeln ihn geradezu in ein ein-
hes oder doppeltes p. Sie sagen daher Porte statt Pforte, Kop statt
pf und Appel statt Apfel. Solche Verwechselungen kommen in Perso-
n, welche die hinteren Theile ihrer Sprachwerkzeuge vorzugsweise ge-
uchen, am Häufigsten vor.

Was b und p für die Lippen, das sind in vieler Hinsicht d und t 3215
die Zunge und den harten Gaumen. Die Entladung wird hier vor-
gsweise in den hinter den Zähnen befindlichen Raum versetzt. Der
rdertheil der Zunge liegt an dem harten Gaumen. Die Spitze neigt
nach unten oder stemmt sich gegen die vorderen Oberkieferzähne. Ein
vacher Anstoß giebt dann im Augenblicke der Entladung d und ein
kerer t an. Der kräftigere Anhauch läßt leicht ein schwaches h
hklingen. Die Griechen unterscheiden daher mit Recht δ, τ und θ.
: Buchstabenschrift vieler anderer Völker drückt dieses gradezu mit einem
geschalteten h aus.

Zischt der Luftstrom durch die Zwischenräume der Oberkieferzähne nach- 3216
glich durch, so gesellt sich bald der Laut eines s hinzu. Dieses erklärt die
Aussprache des neugriechischen θ, des englischen th in dem Worte the und
Verwandlung des hebräischen Taw (ת) in Tsaw (צ). s, t und d können
deshalb auch wechselseitig vertreten. συ entspricht daher dem latei-

nischen tu und dem deutschen du. Das lateinische Mentha und das angelsächsische Minta wird so zu dem hochdeutschen Münze.

3217 g und k bilden endlich noch die hinteren Entladungslaute des Mundrohres. Das mittlere und theilweise auch das hintere Stück der Zungenmasse legen sich an den Gaumen. Wird dann der Verschluß plötzlich geöffnet, so stürzt der Luftstrom mit lauter Tönung durch. Beide Buchstaben ersetzen sich auch häufig. ἄγρος und ager werden so zu Acker. Wir haben jedoch schon früher (§. 3192.) gesehen, daß auch das g ohne eine solche Entladung hervorgebracht werden kann und daß die Natur der Sache diese Buchstaben in andere Kehllaute überführt. macer und mager fußen z. B. auf diesem Verhältnisse.

3218 Das Nasenrohr übernimmt keine wesentliche Rolle in den bis jetzt betrachteten Consonanten. Es kann zwar einen näselnden Beiton diesen Lauten, wie den Vocalen mittheilen. Wie wir aber a, e, i, o, u mit größter Vollkommenheit mit zugehaltenen Nasenlöchern aussprechen können, so ist auch das Gleiche bei b, c, d, f, g, h, k, ch, p, q, r, s, sch, t, v, w, x und z möglich. l, m und n bieten dagegen zum Theil andere Verhältnisse dar. Wir sind zwar auch im Stande, diese Laute bei verschlossenen Nasenlöchern oder unter einer anderen Beschränkung des Nasenrohres hervorzubringen. Es klingen aber leicht Consonanten, wie nd, n, b u. dgl. mit oder sie gewinnen selbst das Uebergewicht über die beabsichtigte Tönung. Alles wird dann oft zu Andes, Liebe zu Niebe, Mensch zu Bensch und Natur zu Datur. Giebt man künstlicher Weise den Vorzug dem Nasenrohre, so mischt sich leicht ein halbes l oder n in die Aussprache einzelner Entladungslaute, wie d oder t, ein.

3219 Da das l die besondere Mitwirkung des Nasenrohres nicht nöthig hat, so muß es, streng genommen, von m und n geschieden werden. Wollen wir es rein aussprechen, so pflegen wir den vorderen oder mittleren Theil der Zunge an den harten Gaumen zu drücken. Der hinten übrig bleibende Gaumen-Zungenraum öffnet sich daher zu beiden Seiten nach außen. Der Luftstrom stürzt auch mehr zu den Mundwinkeln hervor. Die Zungenspitze berührt indeß in der Regel die Vorderzähne des Oberkiefers. Die Zahnspalte und die Mundspalte erreichen eine mäßige Größe. Die Lippen können sich sogar in der Mitte berühren, ohne daß der Laut gestört wird. Es bedarf auch nur in Ausnahmsfällen eines einzigen seitlichen Durchganges, um dasselbe Ziel zu erreichen.

3220 Die Stellungen der Zunge, welche das l fodert, gleichen in hohem Grade den Verhältnissen, die der Entladung bei d und t vorangeben. Die oben (§. 3196.) erwähnten Verwechselungen erklären sich hieraus. Läßt dagegen die Zunge vorn einen mittleren Durchgangsgang offen, so mischt sich leicht ein i ein. Die Italiener, Franzosen und Spanier lassen daher häufig ein halbes i oder j mitklingen. Die Aussprache der Wörter fille, feuille fußt hierauf. Das milde Italienisch ersetzt sogar oft das irgend beschwerliche l durch i oder j. Das lateinische planus wird so zu piano und flos zu fiore.

3221 Versetzt man den Tönungsraum, der das l erzeugt, weiter nach hinten in die Nähe des weichen Gaumens, so daß die Zunge rückwärts ge-

ı פִּקְרוֹנֵנוּ in Onkdonenu וּפִקְרוֹנֵנוּ über. Aehnliche Ver-
ehren auch in anderen Sprachen wieder. Das althochdeut-
d unser Hanf entsprechen dem lateinischen Cannabis, das
das althochdeutsche vinf und unser fünf dem griechischen
ılthochdeutsche vlò und das neuere Floh dem lateinischen
erinnert an Fell und Piscis an Fisch. Die Neugriechen
3 wie w aus. Die Gascogner vertauschen häufig b und v
t. Das b erleidet dasselbe Schicksal in manchen spanischen
zelne Süddeutsche sprechen häufig awer statt aber. Diese
erklärt sich daraus, daß es leichter ist, den Zischlaut an
:henden betonten Vocal anzulehnen, als die eine Unter-
rnde Entladung einzuleiten.

f unmittelbar einem p nach, so verwickelt sich die Mechanik 3214
:kzeuge in höherem Grade. Personen, die an Stottern lei-
er oft auf bedeutende Schwierigkeiten. Manche Menschen
equemlichkeit der Künstlichkeit der Sprache nicht aufopfern,
n schwierigen Laut und verwandeln ihn geradezu in ein ein-
ppeltes p. Sie sagen daher Porte statt Pforte, Kop statt
el statt Apfel. Solche Verwechselungen kommen in Perso-
ie hinteren Theile ihrer Sprachwerkzeuge vorzugsweise ge-
Häufigsten vor.

nd p für die Lippen, das sind in vieler Hinsicht d und t 3215
und den harten Gaumen. Die Entladung wird hier vor-
den hinter den Zähnen befindlichen Raum versetzt. Der
er Zunge liegt an dem harten Gaumen. Die Spitze neigt
n oder stemmt sich gegen die vorderen Oberkieferzähne. Ein
toß giebt dann im Augenblicke der Entladung d und ein
Der kräftigere Anhauch läßt leicht ein schwaches h

ein m, so verwandelt es sich leicht in n. Das lateinische C
ändert sich auf diese Weise in das französische Condamner, da
danner lautet. Manche Sprachen, wie das Hebräische, das
und viele andere Dialekte setzen umgekehrt m statt n, wenn ei
unmittelbar folgt. Embryo wird so statt Enbryo und Em
Enphase ausgesprochen. Der Lippenschluß, der das m begleitet
bei die natürliche Vorbereitung für den folgenden Consonante

3226 Viele Schriftsprachen verfahren insofern auf eine un
Weise, als sie bisweilen einfache Laute mit zwei Buchstaben
mengesetzte mit einem bezeichnen. Das deutsche ph gehört z.
erste und das q, das x, das ξ, das ψ in die zweite Klasse.
sich von selbst, daß diese Verhältnisse keine besondere physiol
trachtung nöthig machen.

3227 Verwickeltere oder unangenehm klingende, brummende,
oder schnalzende Laute werden meist nicht von den gebildete
für den Ausdrnck ihrer Gedanken zu Hilfe gezogen. Die S
Hottentotten, der Südseeinsulaner und anderer tiefer stehe
nen dagegen benutzt auch diese Art von Tönen zu ihren Mi
Es fehlt jedoch noch an hinreichenden Beobachtungen, um die p
Erzeugungsweise dieser Laute genauer festzustellen.

Die oben gegebene Darstellung der Mechanik der einzelnen Buchstabe
lich auf Beobachtungen, die ich an meinen eigenen Sprachwerkzeugen anst
Angaben, die theils mit den meinigen übereinstimmen, theils aber auch v
weichen, finden sich in: W. von Kempelen, Mechanismus der menschli
nebst Beschreibung seiner sprechenden Maschine. Wien, 1791. 8. S. 178 fg
in Gilbert's Annalen. Bd. XVI. Leipzig, 1824. 8. S. 187 — 216. He
seiner Uebersetzung von Magendie's Physiologie. Bd. I. Eisenach, 183
— 290. Jan Purkine, Badania w przedmiocie fizyologii movy L
ków, 1836. 8. Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Mensch
Coblenz, 1837. 8. S. 231 — 240. F. Blume, neueste Heilmethode des
Quedlinburg und Leipzig, 1841. 8. S. 32 — 43.

3228 Jede Sprache erzieht gleichsam die Sprachwerkzeuge in
Geiste entsprechenden Richtung. Die einzelnen Gebilde könne
nur mit Mühe den Forderungen eines anderen Dialektes anp
meisten Deutschen sind deßhalb nicht im Stande das englische th
zosen und Engländer die eine Abart des weichen ch, die westlic
zer des ei, das bei ihnen mehr wie ai klingt, die Italiener l
wiederzugeben. Der Vorzug, den fast jeder Dialekt dem eine
andern Theile der Sprachwerkzeuge darbietet, wirkt auch auf di
die Buchstabenzeichen zurück. Die semitischen Sprachen, die
Kehltöne gebrauchen, bilden daher auch die Rasellaute des a, r
sonders aus. Da die Schweizer dem hinteren Theile des S
den Vorrang gestatten, so fallen auch bei ihnen das y, das s
hochdeutschen ei nehmen, das l und r volltönender aus. Die
schen und die Engländer, die umgekehrt die vordere Hälfte de
res genauer einüben, unterscheiden auch die lispelnden Laute l
in feinerer Weise. Die Franzosen dagegen suchen viele Tö
ihnen geläufigen Nasenklängen zu versehen.

Fehlerhafte Windzufuhr der Sprachwerkzeuge. — Der Luftstrom, den die Lungen bei der Ausathmung hervorstoßen, liefert in der Regel den Wind, unter dessen Einfluß die verschiedenen Töne erzeugt werden. Der gesunde Mensch kann aber auch viele Laute während des Einathmens hervorbringen. Sie pflegen dann um eine halbe bis ganze Octave höher und unangenehmer zu werden. Ist der Mensch nicht hinreichend geübt, so brechen die Tönungen kurz ab. Sie eignen sich daher nicht zu einer in ruhigem Flusse forteilenden Rede.

Da die wesentlichsten Merkmahle der meisten Consonanten von den Stellungsverhältnissen des Mund-Nasenrohres abhängen, da diese Gebilde eben so gut einzelne Vocalarte erzeugen können, so muß es für sie gleichgültig sein, woher der anregende Wind stammt. Kommt er selbst nur aus der Schlundkopfhöhle und nicht aus den Lungen, so wird er sich immer noch zur Erzeugung jener Laute eignen, wenn er nur mit der nöthigen Kraft und Geschwindigkeit durchdringen kann. Sind die gewöhnlichen Verhältnisse nicht im Stande, die zuletzt erwähnte Bedingung zu erfüllen, so können Ausnahmsverhältnisse den Foderungen theilweise genügen.

Führt man eine biegsame Röhre, die mit einer verdichtenden Luftpumpe in Verbindung steht, durch die Nasenhöhle in den oberen Theil des Schlundkopfes ein, so kann die eingetriebene unter einer stärkeren Spannung stehende Atmosphäre besondere Laute nach Délea u erzeugen. Sie vermögen nach ihm, wie die gewöhnlichen Buchstaben abändert zu werden und man hört sie so neben der regelmäßig hervorgebrachten Stimme laufen.

Reynauld hat einen Fall beschrieben, der beweisen würde, daß der Mensch im Nothfalle seine Zuflucht zu einem ähnlichen Mittel zu nehmen vermag. Die Verbindung des Kehlkopfes und der Luftröhre war durch Ausschwitzungen, die ein verunglückter Selbstmordversuch herbeigeführt hatte, unterbrochen worden. Der Mann konnte nur durch eine Luftröhrenfistel, in die er ein metallenes Rohr einschob, athmen. Wollte er sprechen, so machte er den Mund weit auf, senkte den Schlundkopf, hob dann den Kehlkopf in die Höhe und suchte so den Sprachcanal mit möglichst viel Luft zu füllen. War dieses geschehen, so lautirte er stoßweise, als wenn er husten wollte und ruhte einen Augenblick zwischen je zwei Worten aus. Seine Sprache hatte zwar keinen angenehmen Klang, sie konnte aber deutlich verstanden werden. Der Schluß der Nasenlöcher hob sie nicht auf. b, c, d, f, g, h, i, j, k, p, q, r, s, t, u, v, x, y und z wurden in der Art, wie es das Französische fodert, rein hervorgebracht. Der Mann stieß dagegen auf viele Schwierigkeiten, wenn er a, e, o, und vorzüglich, wenn er l aussprechen sollte. m und n waren ihm ganz unmöglich. Er konnte überdieß pfeifen, husten, niesen und sich schnäuzen. Als die Körperkräfte gegen das Ende seines Lebens abnahmen, verlor sich auch die Sprachfähigkeit in immer auffallenderem Maaße. Die Leichenöffnung lehrte, daß eine Verwachsung zwischen dem Schild- und dem Ringknorpel lag. Kein Tropfen Flüssigkeit konnte hier durchdringen. Da aber der Mann eine häutige Luftröhrenentzündung kurz vor seinem Tode bekommen hatte, so frägt es sich, ob diese nicht die Ausdehnungen vergrößerte und so zur späteren Hemmung der Sprache beitrug.

Regelwidrige Veränderung der Laute. — Die Aussprachsweise, die ein gewisser Dialekt fodert, führt nicht selten zu Einschaltungen, Auslassungen oder Versetzungen von Buchstaben. Der Tyroler, der das i scharf betont, macht so unwillkürlich Jach aus Ich. Der Norddeutsche, der das st in Verlust lispelnd ausspricht, verliert deshalb von selbst das r des Stammwortes verlieren hinweg. Der Schweizer dagegen, der das st mit scht wiedergiebt und das u scharf betont, sagt aus natürlichem Grunde Verlurscht. Der Oesterreicher, der die vorangehende Silbe singend hervorbringt, verschluckt größtentheils das zwischen dem nachfolgenden Consonanten und einem späteren einzuschaltende e, und spricht fast Hirschl. Der Krainer verwechselt häufig nach Grapelen b und w und sagt daher bei barmem Better für: bei warmem Wetter. Der Neugriechen lautiren β wie w.

Soll ein Ausländer eine ihm fremde Sprache reden, so fehlt er oft dadurch, daß er die Ausdrucksweise, die seinem Mutterdialekte eigen ist, auf die ungewohnte Redeweise überträgt. Deutsche sagen daher häufig schamais für jamais. Franzosen, die deutsch zu sprechen anfangen, sprechen ick für ich und aben statt haben.

Die Art der Betonung führt nicht selten zu anderen Abweichungen. Endigt ein Wort mit r, so verlängern wir den Schnarrlaut. Herus wird so zu Herr. Herr im

Zorne ausgesprochen klingt wie Herr—r—r. Das rasche Reden, das die leider [illegible] Aufregung verräth, läßt häufig Buchstaben verwechseln. Aehnliche Gründe [illegible] der bloße Wohllaut führen oft dazu, ganze Silben zu entfernen. Die Römer [illegible] auf diese Weise laudaram aus laudaveram und die westlichen Schweizer, ih [illegible] hinteren Lautirung des l entsprechend, Bauele aus Baumwolle.

Die Betrachtung der einzelnen Buchstaben zeigte uns die Fehler der [illegible] welche die Verstopfung der Nasenhöhle oder die Verengerung des Rachend[illegible] herbeiführte. Viele Personen reden überdieß fehlerhaft, weil sie die sonst vo[illegible] Gebilde ihrer Sprachwerkzeuge nicht mit der gehörigen Pünktlichkeit gebrauch[illegible] oder weil einzelne Theile derselben regelwidrige Formen besitzen.

Manche Menschen sind nicht im Stande, die Entladung ihrer Lippen in [illegible] Grade zu mäßigen. Sie sagen daher Putter für Butter. Andere fehlen im [illegible] Weise bei der Einstellung ihres Mundrohrs und der Stärke des Anstoßes. [illegible] daher von ihnen wie tas und groß wie kros ausgesprochen. Noch Andere [illegible] f und w, weil sie den Grad des Zischtones nicht beherrschen können. Dorf [illegible] bei ihnen wie Dorw. Sie unterscheiden selbst Fallen und Wallen auf eine [illegible] stimmtere Weise.

Sind die Bewegungen der Zunge gehindert, stößt diese an die Vorderzähne, [illegible] sie sich nicht gehörig heben oder schiebt sie sich in die Zahnspalte ein, so geht [illegible] vorzüglich vor l in t über. Erwachsene, die an solchen Fehlern leiden, und [illegible] absichtlich auf diese Weise sprechen, sagen daher Tück statt Glück. Bewegt sich [illegible] nur unvollkommen, so wird häufig das reine l möglichst vermieden oder in voller [illegible] rauheren Gaumen- und Kehltönen ausgesprochen. Es schaltet sich auch oft vor [illegible] anderer halber Uebergangsconsonant vor ihm ein. Bild wird dann fast Bild. [illegible] hohe Grad von Trägheit endlich, in den die Zunge Betrunkener und vor Allem [illegible] Cretins verfällt, macht die Sprache lallend und nur vertrauteren Personen verständ[illegible] u verwandelt sich dabei häufig in o, g oder t in k und w in v. Das r tritt [illegible] Mal völlig in den Hintergrund. Einzelne Buchstaben, wie b, c, f, g, h, n, p, [illegible] u. dgl. werden in einzelnen Worten gänzlich verschlungen.

Fehlt ein Stück der Lippen, so wird die Aussprache des b, f, w und zum Th[illegible] des m am Unrichtigsten ausfallen. Mangeln einzelne Vorderzähne, so erhalten Buchst[illegible] ben wie s, j, ds, th eine zu große Breite. Der Laut zischt zu sehr und nimmt leicht [illegible] nen pfeifenden Nebenton an. Befindet sich ein Loch im Gaumen, so mischt sich der Wiederhall der Nase in unzweckmäßiger Weise ein. Buchstaben, die sonst nur dem Mundrohre angehören, erhalten eine unangenehme Nasenresonanz, die zugleich die Sprache selbst undeutlicher macht. Die störende Tönung wiederholt sich selbst bei dem m und n, die schon unter regelrechten Verhältnissen die Hilfe des Nasenrohres in Anspruch nehmen.

Stottern. — Soll eine geordnete Reihe von Consonanten und Vocalen angegeben werden, so müssen die einzelnen Theile der Sprachwerkzeuge ihre Stellungen in wenigen Augenblicken auf die mannigfachste und zugleich auf die zweckmäßigste Weise ändern. Das Gehirn und die unter seinem Befehle stehenden Nerven haben dieses verwickelte Spiel zu unterhalten. Es springt häufig von einem hinteren Theile des Sprachorgans auf einen vorderen und umgekehrt über und schreitet eben so oft erst allmählig von Stelle zu Stelle fort. Kommt nun ein Mensch in Verlegenheit oder leidet die pünktliche Ausführung der Geistesbefehle aus irgend einem anderen Grunde, so schwindet die Schärfe und die Ordnung, die jede reine Aussprache und jeder gehörige Redefluß fodert. Die unzweckmäßige Einstellung bedingt es, daß manche Laute ungewöhnlich klingen und andere gar nicht hervorgebracht werden. Das fruchtlose Bemühen, gewisse beabsichtigte Buchstaben ertönen zu lassen, führt zu unzweckmäßigen Wiederholungen der im Augenblicke möglichen oder eben vorher schon ausgesprochenen Silben. Die Kraft des Willens und die Unfähigkeit der Ausführung kämpfen immer heftiger gegen einander. Die Verwirrung, die sich schon von vorn herein eingestellt hat, erhöht sich häufig noch auf diese Weise. Jene Anarchie der Sprachwerkzeuge führt dann im Allgemeinen zu dem, was wir Stottern nennen.

Man sieht leicht, daß der Fehler von dem Verhältnisse, in dem die Nerven zu den Stimmorganen stehen, ausgeht. Alle einzelnen Theile können dabei ihre regelrechten Formen besitzen. Es erklärt sich hieraus, weshalb häufig ein Stotternder die Buchsta-

das Nachdenken seine zweckmäßigen Bewegungen nicht stört, so bildet auch Stottern eine bloße Folge der unzweckmäßigen Geistesthätigkeit. Manche Art vergessen sich gleichsam, wenn ein lebhafter Gedankengang alle ihre Anspruch nimmt und reden daher dann wie gesunde Menschen. Personen, gut sprechen, verfallen oft umgekehrt in Stottern, weil ihr Gedankengang dem des Gedachten voraneilt, ungefähr, wie sich Leute, in denen Idee auf Idee gt, häufiger verschreiben, oder öfter in mathematischen Formeln verrechnen. Es ich auch hieraus, weshalb jener Sprachfehler in einzelnen Menschen zeitweise sich in anderen in Folge von Gewohnheit und unzweckmäßiger Nachahmung einnistet und endlich oft bei dem Singen, nach geistiger Aufregung und in dem der Berauschung ausbleibt.

Einfluß, den so die geistigen Regungen auf die Zweckmäßigkeit oder Unzweck- der Bewegungen ausüben, kehrt auch in anderen Körperthätigkeiten wieder. n am Ehesten, wenn wir uns am Meisten vor der Gefahr des Weges fürch- d wir gezwungen, einem Rhythmus zu folgen, so kann die Aufmerksamkeit, regelmäßige Wiederholung derselben Bewegungen fodert, die sonst vorhandene g beseitigen. Wie der Stotternde ohne Fehler zu singen vermag, so kannte at [1]) ein Mädchen, das bei dem gewöhnlichen Gehen hinkte, sich aber bei dem selbst schon bei dem Taktschritte, wie jeder Gesunde, fortbewegte.

llen die Sprachwerkzeuge in jene Anarchie, die das Stottern herbeiführt, so ei zum Theil entgegengesetzte Verhältnisse nach einander oder gleichzeitig zum kommen. Die unpassende Einstellung macht es unmöglich, daß einzelne Laute usgesprochen werden. Während aber manche Theile der Sprachwerkzeuge in eckmäßigen Verhältnisse verharren, verfallen andere in krampfhafte Bewegun- s fruchtlose Bemühen der rechten Lautirung, so zu sagen, ergänzungsweise

Der immer mehr sich erhöhende Sturm, die immer verstärkten zwecklosen idrigen Zuckungen verbreiten sich oft um so weiter, je kräftiger das Streben, prechen, eingreift und je länger die vergebliche Arbeit fortgesetzt wird.

e Stotternde lautiren einzelne Vocale, die sich an andere schwierigere Con- alehnen, auf eine zu volle oder zu wenig scharfe Weise. Die Töne erhalten Grobes, springen oft aus der Tiefe in die Höhe über oder werden selbst für lick gänzlich unterdrückt. Können sie stoßend hervorgebracht werden, so ver- nicht selten a in ao, o oder ea, e in ea oder ei, i in ia oder ü. Das r heil das l stoßen auf viele Schwierigkeiten. g, k, ch, q werden undeutlich in andere Laute über. Alle Buchstaben, in denen die hinteren Sprachwerk-

Zorne ausgesprochen klingt wie Herr—r—r. Das rasche
Aufregung verräth, läßt häufig Buchstaben verwechsel
der bloße Wohllaut führen oft dazu, ganze Silben
auf diese Weise laudaram aus laudaveram und
hinteren Lautirung des l entsprechend, Bauele

Die Betrachtung der einzelnen Buchstab
welche die Verstopfung der Nasenhöhle ob
herbeiführte. Viele Personen reden übert
Gebilde ihrer Sprachwerkzeuge nicht mit
oder weil einzelne Theile derselben reges

Manche Menschen sind nicht im
Grade zu mäßigen. Sie sagen da
Weise bei der Einstellung ihres W
daher von ihnen wie tas und
f und w, weil sie den Grad d
bei ihnen wie Dorw. Sie r
stimmtere Weise.

Sind die Bewegunge
sie sich nicht gehörig he
vorzüglich vor l in t
absichtlich auf diese
nur unvollkommen
rauheren Gaume
anderer halber
hohe Grad v
Cretins verf
u verwand
Mal vö
u. dgl.

des
be
r

günstigeren
keit des Ueberg
vergrößert. Stö
in tiefer hinten aus
gesonderte Aussprache
ein. Er sagt daher Pe-P
Aehnliches kehrt oft für die
ntliche Rolle übernimmt, für d,
Aspiration hinzu, so schleichen sich
Anfange des Wortes lautirt werden, so
nschluß. Er bringt daher nur einen unde
läßt seine Lippen eine Reihe von Malen a
b oder p zu Stande kommt. Der Versuc
Worte auszusprechen, führt oft zu ähnlichen fru
Anlaute von a, e oder u gehen häufig dem gel
der Mensch im Stande, den Buchstaben, der der
hervorzubringen, so drückt er ihn nicht selten mit so
fremde Laute einschleichen.

diese Unordnungen, die auf den krampfhaften wiederhol
Sprachwerkzeuge beruhen, als labiochoreisches Stott
sich aber von selbst, daß schon der Ausdruck insofern unrich
scheinung in den hinteren und mittleren Sprachwerkzeugen
könnte auf den ersten Blick zweckmäßiger erscheinen, die Fe
der Sprachwerkzeuge hervorgehen, als tetanische, und die an
haften Wechselspiele der Muskeln stammen, als choreische zu be
gleichzeitig vorkommen und die eine Art die andere bedingen kan
Sonderung einen nur untergeordneten Werth besitzen.

Die früheren Forscher suchten oft den vorzüglichsten Grund des
vermögen, einzelne Consonanten hervorzubringen. Manche Neue
heb, schreiben den Fehler der Unmöglichkeit, die Vocale gehörig anzuge
geführten Thatsachen lehren, daß der Grund des Uebels weder in d
dem anderen Mangel, sondern nur in der Unfähigkeit liegt, auf passer
der nöthigen Schnelligkeit und Schärfe von der Vorbereitung, die ei
der, die ein anderer nöthig macht, überzugehen. Die Verwirrung
krampfhafte Thätigkeit der Kehlkopfmuskeln. Die ungeordneten, bei
mühungen wiederholten und durch sie verstärkten Stöße erhöhen de
endlich die rechte Reihenfolge gefunden und das Wort mit regelwidr
unangemessener Härte ausgestoßen wird.

Wie der Mensch, dem die Erstickung droht, eine immer größere
keln in seiner Noth zu Hilfe zieht, so kehren oft ähnliche Erscheinun
ternden wieder. Die Gesichtsmuskeln verzerren sich auf unangenehn
terkiefer spielt in einem zu großen Bogen; die Muskeln des Halses
Brust und der Glieder können an der krampfhaften Aufregung Theil
tige Anstoß des Windes und die zu weite Oeffnung des Mundes beg
daß der starke Luftstrom Speichel zum Munde herauswirft. Die
den heftigeren Anstrengungen. Manche Kranke pressen Flüssigkeiten zu
im Augenblicke der höchsten Noth heraus. Schließt sich die Stimmri
kann das Gesicht, das sich schon während der früheren Bemühungen
liche Farbe annehmen. Hat einmal der Stotternde den rechten Ga
werkzeuge wiedergefunden, so redet er bisweilen rascher, als sonst.

, als Frauen. Colombat [1]) nimmt schätzungsweise an, behafteter Mensch unter 2500 Personen männlichen und Geschlechtes in Frankreich gefunden wird. Die stärkere Kehlkopfes und die größere Starrheit der Muskeln trägt esem Mißverhältnisse bei. Der Hauptgrund dürfte aber rksamer auf sich ist, sich solche Sprachfehler schwerer t, eher abzulegen oder zu verbergen sucht.

Zuversicht angepriesenen Mittel, die das Stot-

Vorstellungen, die man sich über das Wesen ber, daß Mißbildungen einzelner Theile der ache des Stotterns abgeben, daß aber der thätigkeiten liegt, so ergiebt sich von selbst, daß ihr Ziel verfehlen müssen. Hierher gehören der Spühlwassern, die Einreibung von Crotonöl in die ung des Zungenbändchens (Guy de Chauliac, Co- e fehlerhafte Aussprache einzelner Buchstaben verbessern kann egung der Zungenspitze (Mad. Leigh), oder des Zungenrückens den harten Gaumen, die Unterfütterung der Zunge mit einem Holz- tallstücke, die Einkapselung der Zähne mit Blech, die gleichzeitige aus- Bewegung der Finger und die Durchschneidung des Kinnzungenmuskels ossus) (a Fig. 134.). Die Trennung dieses Muskels muß um so eher verworfen als der Eingriff selbst mit der Gefahr starker Blutungen verbunden ist, das uf unphysiologischen Voraussetzungen beruht und für die Dauer nicht zum Ziele ann. Sollte ein Stotternder auf diesem Wege wahrhaft geheilt worden sein, dieses nur durch den psychischen Einfluß, den der blutige Eingriff herbeiführt, erden.

Vorschlag, Kranke der Art in demostheniſcher Weise immer schwierigere Worte e in rhythmischen und melodischen Reihen aussprechen zu lassen, verdient eher . Dasselbe gilt von dem Verfahren von Arnoth, Personen, die vorherrschend anisch stottern, dieselben Vocallaute viele Male hinter einander wiederholen Be-e-esen statt Besen sagen zu lassen. Diese Uebung hat zum Zweck, die e, die Stimmbänder und die vor ihnen liegende Theile so einzuüben, daß Vo- f schwierige Lippenlaute unmittelbar folgen können. Leidet der Kranke vorzugs- abiochoreischem Stottern, so erleichtert man ihm den Uebergang in die regel- ätigkeit, wenn man ihm im Anfange gestattet, im Beginn der Worte ebl statt : f anzugeben und diese Laute mehr und mehr mildern läßt, bis der rechte An- lich wird. Das labiochoreische Stottern könnte nach Müller's [2]) Ansicht n gehoben werden, wenn man den Leuten Worte zu lesen gäbe, in denen b, d, gänzlich fehlen und in welchen sich die Vocale an f, ch, sch, s, r, l, m, n, ng Die Buchstaben müßten dann mit scharfem Tone und möglichst gedehnt aus- werden.

iese Vorschläge können in einzelnen Fällen und in manchen Beziehungen nütz- . Der Arzt muß aber jedes Mal sein Hauptaugenmerk auf die Art der gei- wirrung, die dem Ganzen zum Grunde liegt, richten. Die Heilung muß eine lichkeit angepaßte pädagogische Erziehung bilden, die bald Unarten beseitigt, Kranken mehr Muth bei dem Sprechen giebt, bald ihn endlich durch den ein- n Rhythmus der Rede zerstreut oder gleichsam fesselt und vor Verirrungen be- Stotternde helfen sich bisweilen selbst dadurch, daß sie den Rhythmus ihrer ittelst des Tactschlages der Finger anzugeben suchen. Die schwierigsten Laute mählig durch immer schwerere Uebergangstöne ersetzt werden. Fehler der Ein- dern endlich die nöthige gymnastische Uebung der Theile und nur in den sel- len mechanische oder schmerzhafte chirurgische Eingriffe.

das Stottern und dessen Heilmethoden vergl.: R. Schultheß, das Stam- Stottern. Zürich, 1830. 8. Colombat, a. a. O. p. 41 — 54. und Dessen ie oder Physiologie und Therapie des Stotterns und anderer Sprachgebre-

---

mbat, a. a. O. p 54.
Müller, Physiologie. Bd. II. S. 243.

haften Wiederholungen führen. Sollen wir z. B. das Wort Lasten aussprechen, s
dert das l, daß sich die hintere Hälfte der Zunge zweckmäßig einstellt, daß sie der
Lage, so wie das a kommt, wechselt und sich wieder in eine neue Stellung für a be
Kann sie diese Bedingungen in dem Stotternden nicht erfüllen, so wiederholt sich l
krampfhafter Weise. Es kehrt gleichsam in jedem Versuche, das tiefe Kehl-a zu
den beiden weiter nach vorn gelegenen Lauten einzuschalten, wieder. Der Stott
bringt daher L-L-L-asten hervor. Die Kraft des Anstoßes bedingt es, daß die Th
asten schärfer hervorspringen.

Diese krampfhafte Wiederholung gewinnt einen noch günstigeren Boden in den
deren Theile des Mundrohres, weil sich die Schwierigkeit des Ueberganges zu den
lauten mit der bedeutenderen Weite des Sprunges vergrößert. Stößt sich der
ternde an dem Uebergange von Lippenbuchstaben in tiefer hinten auszusprechende
so schaltet er fremdartige Töne, welche die laute gesonderte Aussprache der Lippenb
ben fodert, bei der Wiederholung von selbst ein. Er sagt daher Pe-Pe-Pein für
und be-be-brauchen für brauchen. Etwas Aehnliches kehrt oft für die Laute, in w
die Vorderhälfte der Zunge eine wesentliche Rolle übernimmt, für d, g, t und k
Gesellt sich aber hier eine stärkere Aspiration hinzu, so schleichen sich noch unang
Zischtöne ein. Soll das m am Anfange des Wortes lautirt werden, so findet der S
oft nicht den nöthigen Lippenschluß. Er bringt daher nur einen unbestimmten na
tigen Kehllaut hervor oder läßt seine Lippen eine Reihe von Malen auf- und zu
so daß ein unvollkommenes b oder p zu Stande kommt. Der Versuch, das n, s,
dergl. am Anfange der Worte auszusprechen, führt oft zu ähnlichen fruchtlosen Ver
gen. Unvollkommene Anlaute von a, e oder u gehen häufig dem gelungeneren L
voran. Ist endlich der Mensch im Stande, den Buchstaben, der den vorderen
theilen gehört, hervorzubringen, so drückt er ihn nicht selten mit so starker Ext
hervor, daß sich fremde Laute einschleichen.

Man hat diese Unordnungen, die auf den krampfhaften wiederholten Zuckung
vorderen Sprachwerkzeuge beruhen, als labiochoreisches Stottern unters
Es ergiebt sich aber von selbst, daß schon der Ausdruck insofern unrichtig ist, als
Grunderscheinung in den hinteren und mittleren Sprachwerkzeugen wiederzukehr
mag. Es könnte auf den ersten Blick zweckmäßiger erscheinen, die Fehler, die
Starrheit der Sprachwerkzeuge hervorgehen, als tetanische, und die andern, die a
krankhaften Wechselspiele der Muskeln stammen, als choreische zu bezeichnen. D
beide gleichzeitig vorkommen und die eine Art die andere bedingen kann, so dürf
diese Sonderung einen nur untergeordneten Werth besitzen.

Die früheren Forscher suchten oft den vorzüglichsten Grund des Stotterns
Unvermögen, einzelne Consonanten hervorzubringen. Manche Neuere, wie S
heß, schreiben den Fehler der Unmöglichkeit, die Vocale gehörig anzugeben, zu. D
angeführten Thatsachen lehren, daß der Grund des Uebels weder in dem einen,
dem anderen Mangel, sondern nur in der Unfähigkeit liegt, auf passende Weise
der nöthigen Schnelligkeit und Schärfe von der Vorbereitung, die ein Laut fod
der, die ein anderer nöthig macht, überzugehen. Die Verwirrung erzeugt lei
krampfhafte Thätigkeit der Kehlkopfmuskeln. Die ungeordneten, bei den fruchtl
mühungen wiederholten und durch sie verstärkten Stöße erhöhen den Uebelsta
endlich die rechte Reihenfolge gefunden und das Wort mit regelwidrigem Klan
unangemessener Härte ausgestoßen wird.

Wie der Mensch, dem die Erstickung droht, eine immer größere Reihe vo
keln in seiner Noth zu Hilfe zieht, so kehren oft ähnliche Erscheinungen in de
ternden wieder. Die Gesichtsmuskeln verzerren sich auf unangenehme Weise;
terkiefer spielt in einem zu großen Bogen; die Muskeln des Halses und selbst
Brust und der Glieder können an der krampfhaften Aufregung Theil nehmen.
tige Anstoß des Windes und die zu weite Oeffnung des Mundes begünstigen e
daß der starke Luftstrom Speichel zum Munde herauswirft. Die Augen thr
den heftigeren Anstrengungen. Manche Kranke pressen Flüssigkeiten zu Mund u
im Augenblicke der höchsten Noth heraus. Schließt sich die Stimmritze krampf
kann das Gesicht, das sich schon während der früheren Bemühungen röthete, ei
liche Farbe annehmen. Hat einmal der Stotternde den rechten Gang seiner
werkzeuge wiedergefunden, so redet er bisweilen rascher, als sonst.

on zuſammenziehenden Spühlwaſſern, die Einreibung von Crotonöl in die Kehlkopfes, die Löſung des Zungenbändchens (Guy de Chauliac, Co- die höchſtens die fehlerhafte Ausſprache einzelner Buchſtaben verbeſſern kann g.), die Anlegung der Zungenſpitze (Mad. Leigh), oder des Zungenrückens e) an den harten Gaumen, die Unterfütterung der Zunge mit einem Holz- Metallſtücke, die Einkapſelung der Zähne mit Blech, die gleichzeitige aus- Bewegung der Finger und die Durchſchneidung des Kinnzungenmuskels us) (a Fig. 134.). Die Trennung dieſes Muskels muß um ſo eher verworfen der Eingriff ſelbſt mit der Gefahr ſtarker Blutungen verbunden iſt, das unphyſiologiſchen Vorausſetzungen beruht und für die Dauer nicht zum Ziele . Sollte ein Stotternder auf dieſem Wege wahrhaft geheilt worden ſein, es nur dnrch den pſychiſchen Einfluß, den der blutige Eingriff herbeiführt, en.

orſchlaa, Kranke der Art in demoſtheniſcher Weiſe immer ſchwierigere Worte n rhythmiſchen und melodiſchen Reihen ausſprechen zu laſſen, verdient eher Daſſelbe gilt von dem Verfahren von Arnoth, Perſonen, die vorherrſchend iſch ſtottern, dieſelben Vocallaute viele Male hinter einander wiederholen Be-e-eſen ſtatt Beſen ſagen zu laſſen. Dieſe Uebung hat zum Zweck, die die Stimmbänder und die vor ihnen liegende Theile ſo einzuüben, daß Vo- ſchwierige Lippenlaute unmittelbar folgen können. Leidet der Kranke vorzugs- iochoreiſchem Stottern, ſo erleichtert man ihm den Uebergang in die regel- tigkeit, wenn man ihm im Anfange geſtattet, im Beginn der Worte ebl ſtatt f anzugeben und dieſe Laute mehr und mehr mildern läßt, bis der rechte An- ch wird. Das labiochoreiſche Stottern könnte nach Müller's [2]) Anſicht gehoben werden, wenn man den Leuten Worte zu leſen gäbe, in denen b, d, änzlich fehlen und in welchen ſich die Vocale an f, ch, sch, s, r, l, m, n, ng Die Buchſtaben müßten dann mit ſcharfem Tone und möglichſt gedehnt aus- erden.

eſe Vorſchläge können in einzelnen Fällen und in manchen Beziehungen nütz- Der Arzt muß aber jedes Mal ſein Hauptaugenmerk auf die Art der gei- irrung, die dem Ganzen zum Grunde liegt, richten. Die Heilung muß eine chkeit angepaßte pädagogiſche Erziehung bilden, die bald Unarten beſeitigt, ranken mehr Muth bei dem Sprechen giebt, bald ihn endlich durch den ein- Rhythmus der Rede zerſtreut oder gleichſam feſſelt und vor Verirrungen be- tterude helfen ſich bisweilen ſelbſt dadurch, daß ſie den Rhythmus ihrer

chen. Nach der zweiten Originalausgabe und deren Ergänzungsschrift bearbeitet von H. E. Flies. Quedlinburg und Leipzig, 1840. 8. F. Blume, Neueste Heilmittel des Stotternübels. Quedlinburg und Leipzig, 1841. 8. H. Kleucke, Untersuchungen und Erfahrungen im Gebiete der Anatomie, Physiologie, Mikrologie und wissenschaftlichen Medicin. Bd. II. Leipzig, 1843. 8. S. 111 — 166. J. Dietl, in der Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien. Bd. III. Wien, 1847. 8. S. 199 — 228.

Bauchreden. — Wir unterscheiden den Ort, wo die gewöhnliche Sprachstimme herkommt, um so deutlicher, je näher der Redner uns steht, je weniger der Schall von dazwischen liegenden Gegenständen abgelenkt oder gedämpft wird und je mehr der Ton der Rede, die sichtbaren Bewegungen der Sprachwerkzeuge und andere ähnliche Zeugen unser Urtheil unterstützen. Fehlen diese leitenden Zeichen, so täuschen wir uns leicht. Vorurtheile können dann noch die trügerischen Anregungen unserer Phantasie unterstützen.

Die Bauchredner benutzen diese Verhältnisse, um uns glauben zu machen, daß eine fremde Person an einem fernen Orte spreche oder daß sich zwei verschiedene Menschen wechselseitig unterhalten. Da ihre Stimme eine halbe bis eine ganze Octave höher, als gewöhnlich ist, und überdieß einen eigenen feinen Klang besitzt, so täuscht sie um so leichter rücksichtlich ihrer Entfernung. Der Bauchredner verschluckt dabei einzelne Laute und vermeidet vorzüglich alle Lippenbuchstaben, welche den Sprechenden dem Auge des Beobachters am Leichtesten verrathen. Ist man aber einmal in dem Irrthume befangen, so leitet man wieder eher diese Unvollkommenheiten von der Entfernung, als von unrichtigen Sprachfehlern her.

Manche Bauchredner bedecken sich das Gesicht mit einem Tuche, damit nicht das Mienenspiel das Urtheil des Zuhörers berichtige. Andere dagegen haben diese Vorsicht nicht nöthig, weil sie die Lippen gar nicht bewegen oder die Unterlippe mit der Oberlippe möglichst stark decken.

Man kennt noch nicht mit hinreichender Sicherheit die Mechanik, durch welche das Bauchreden zu Stande kommt. Nur so viel ist gewiß, daß dann der Mensch möglichst tief einathmet, daß sein Kehlkopf herunterſteigt und die Bauchdecken in hohem Grade aufgebläht werden. Die Nasenlöcher können nach Autenrieth in einzelnen Bauchrednern ohne Nachtheil geschlossen werden. Eben so gewiß ist es, daß die Hauptursache der Täuschung in der Höhe und der Dämpfung der Stimme und nicht etwa bloß, wie Montegre annahm, in den ungewöhnlichen Verhältnissen, die das Auge des Zuschauers erblickt, liegt.

Die Angaben der einzelnen Schriftsteller widersprechen sich dagegen insofern, als die einen den Bauchredner während der Einathmung und die anderen ihn während der Ausathmung reden lassen. Joh. Müller [1]) nimmt an, daß der Mensch tief einathmet und dann die Töne sehr langsam bei enger Stimmritze, während er nur mit den Brustwänden und nicht mit dem Zwerchfelle ausathmet, hervorbringt. Richerand und Fournier haben auch früher schon diese Ansicht getheilt. La Chapelle und Haller [2]), Magendie und Mayer [3]) dagegen betrachten die Laute, die der Bauchredner hervorbringt, als Einathmungstöne. Liskowius [4]) bemerkt, daß ihn ein Bauchredner von der Richtigkeit dieser Ansicht durch unmittelbare Anschauung überzeugt habe. Dieses würde insofern stimmen, als auch die Töne, die jeder Mensch bei dem Einathmen hervorbringt, ungefähr um eine halbe bis eine ganze Octave höher liegen, als die, die ihm während des Ausathmens möglich werden (§. 3228.).

3229 Künstliche Sprachmaschinen. — Viele dieser Vorrichtungen, die in älteren Zeiten als Merkwürdigkeiten gezeigt wurden, beruhten, wie man weiß, auf Betrug. Ein im Innern versteckter Mensch führte das Wort. Die glücklicheren werthvollen Versuche, die Laute der menschlichen

---

[1]) Joh. Müller, Physiologie. Bd. II. 8. 240.
[2]) Alb. ab Haller, De c. h. fabrica et functionibus. Tom. VII. p. 319.
[3]) Mayer, Litterarisches Archiv der Academie zu Bern. Bd. IV. Bern, 1817. 8. Seite 68 — 83.
[4]) Liskowius, Physiologie der Stimme. S. 50.

werkzeuge mittelst eines berechneten todten Apparates nachzuahmen,
m mit Kratzenstein (1770). Sie wurden später von Kempe-
Willis und Faber fortgesetzt.
ie von Kempelen [1]) verfertigte und beschriebene Sprachmaschine,
en bedeutenden Ruf erlangte, bestand im Wesentlichen aus einem
Art eines Clarinettenmundstückes eingerichteten Zungenwerke, das
oder Falsettöne hervorbrachte, einer Windlade, einem Blasebalg,
Ansatzrohr, das der Mundhöhle, und zwei Nebenröhrchen, die den
öhlen entsprachen. Man konnte an ihr ganze französische und ita-
he Sätze, wie Je vous aime de tout mon coeur, und selbst einzelne
he Worte abspielen.
Die noch nicht genauer bekannte Vorrichtung von Faber [2]) zeichnet
urch größere Vollkommenheit aus. a, e, i, o, u, r, l, w, f, s,
h, d, g entsprechen besonderen Tasten. Zwei Hilfstasten, von
die eine auf die Stimmritze und die zweite auf das Nasenrohr
werden für die übrigen Consonanten in Gebrauch gezogen. Die
iebt dann h an und verwandelt g in k. Die zweite ändert b und
n und n um. Die Sprache, die man erhält, hat zwar keinen an-
nen Klang Man kann aber das, was sie sagt, mit vieler Deut-
auffassen.

bhängigkeit der Sprache von der Vollkommenheit des 3230
rs. — Wie der Geist die Auswahl der Worte und den Nachdruck,
ir jedem von ihnen ertheilen, bestimmt, so hängt die Melodie und
die Mechanik der Sprachlaute von dem Gehör ab. Ein Mensch,
e musikalischen Töne gut auffaßt, sucht auch unwillkührlich eine ge-
harmonie seiner Rede zu verleihen. Geistvolle Personen erreichen
nug dasselbe Ziel, ohne daß ihr Ohr jene Feinheit der Auffassung
hre Stimme die Fertigkeit des Gesanges besitzt.
ede Sprache verräth gewissermaßen durch ihren Wohlklang die mu-
he Ausbildung, deren ihr Volk fähig ist. Sie besitzt überdieß ihren
ümlichen Accent, der dann den Sprachwerkzeugen geläufig wird.
lärt sich hieraus, weshalb er immer noch durchklingt, wenn sich auch
enfch in einem ihm fremden Dialekte ausdrückt. Die Länge oder
die schärfere oder schwächere Betonung, mit der ein Buchstabe oder
ilbe angegeben wird, führt dann zu Uebergangslauten und zu Ver-
lungen, welche die veränderte Mechanik der Sprachwerkzeuge noth-
er Weise herbeiführen (§. 3159.). Die Physiologie kann daher al-
achweisen, weshalb sich ein Wort in ein anderes bei dem Ueber-
in eine zweite Sprache umwandelt.
erliert ein Kind sein Gehör in dem fünften bis achten Lebensjahre, 3231
n noch zarterem Alter, so büßt es auch nach und nach seine Sprache
Die Fertigkeit, die Laute nachzubilden, verschwindet allmählig mit
nfähigkeit, ihren Klang aufzufassen. Das Gleiche kann sich in Er-

[1] mpelen, a. a. O. S. 388 — 456.
[2] ggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 58. Leipzig, 1843. 8.
ite 175. 176.

wachsenen wiederholen. Hören sie nur schwer, so wissen sie häufig nicht das nöthige Maaß einzuhalten. Sie bewegen ihre Lippen oder die übrigen Sprachwerkzeuge auf eine viel zu ausdrucksvolle Weise und verfehlen häufig die nöthige Tonstärke, indem sie bald zu leise sprechen, bald dagegen, wie wenn auch die Zuhörer taub wären, schreien. Es kommt dagegen im Ganzen seltener vor, daß ihre Töne plötzlich aus der Brustimme in die Fistel überspringen.

3232 Hat ein Erwachsener sein Gehör gänzlich eingebüßt, so wird nach und nach seine Sprache undeutlicher und lallender. Zeichnete sich nicht sein Geist von je her durch eine besondere Regsamkeit und Spannkraft aus, so vergißt er bald eine Reihe von Wörtern. Sein Sprachschatz wird immer ärmer. Die Beweglichkeit der Theile, die der Rede dienen, verliert immer mehr an Feinheit, bis endlich nur einzelne unverständliche Laute hervorgebracht werden. Es ereignet sich auf diese Weise, daß Kranke der Art 10 bis 12 Jahre, nachdem ihr Uebel begonnen hat, vollkommen stumm sind.

Taubstummheit. — Der ursprüngliche Fehler der Taubstummen liegt nicht in ihren Sprachwerkzeugen, sondern in ihrem Gehörorgane. Haben auch viele von ihnen die Fähigkeit des Gehörs nicht gänzlich verloren, so wirkt doch der Umstand, daß sie von Kindheit auf die gewöhnlichen Laute nicht auffassen, so nachtheilig, daß ihre Sprachwerkzeuge die nöthige Uebung nicht von selbst vornehmen. Sie bleiben daher auch in ihrer Entwickelung zurück und verfallen auf diese Weise in eine Reihe von Formfehlern, die jedoch nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen.

Halten wir uns an die Untersuchungen von Mansfeld, so haben die meisten Taubstummen eine flache Brust und unvollkommen entwickelte Lungen. Sie müssen daher bei größeren Anstrengungen häufiger, als gesunde Menschen, einathmen, und verfallen nicht selten in Schwindsucht, so wie sich ihre Geschlechtsentwickelung eingeleitet hat. Der Kehlkopf bildet sich in geringerem Maaße aus. Er gleicht daher in Männern dem gesunder Frauen und steht in weiblichen Taubstummen am Halse nur wenig vor. Das Zäpfchen besitzt selten regelrechte Formen. Es ist bald zu groß und verkrümmt, bald dagegen nur warzenartig gestaltet, es hat eine beschränkte Beweglichkeit oder stellt sich bei der geringsten Gelegenheit schief. Das meist kleine Gaumensegel hält sich in der Regel nahe dem harten Gaumen. Dieser ist auffallend flach oder selbst ausgehöhlt. Die Zähne stehen oft schief oder lassen zu große Lücken zwischen sich übrig. Die Zunge ist zu lang, zu breit oder zu dick. Die Mandeln vergrößern sich leicht in regelwidriger Weise.

Man kann natürlich nur die Taubstummen reden lehren, indem man ihnen die Bewegungen, die jeder Laut fodert, vormacht und so stufenweise von dem Leichteren zu dem Schwereren übergeht [1]). Da aber viele Veränderungen von den verborgeneren Theilen der Sprachwerkzeuge ausgehen, da überdieß die Beurtheilung, die das Gehör möglich macht, mangelt, so bleibt die Sprache dieser Unglücklichen immer unvollkommen. Sie eignet sich höchstens, kurze Sätze in oft unmelodischen Lauten und mit unregelmäßigen Kraftansätzen wiederzugeben, ist aber nicht im Stande, die Foderungen einer angenehmen und lange fortgesetzten gesellschaftlichen Unterhaltung zu befriedigen.

[1]) Vgl. z. B. V. A. Jäger und G. A. Riecke, Anleitung zum Unterricht taubstummer Kinder in der Sprache und anderen Schullehrgegenständen, nebst Vorlegeblättern, einer Bildersammlung und einem Lese- u. Wörterbuch Stuttgart, 1832. 8. S. 51 fgg.

Lehrbuch

der

Physiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Zweiter Band.

Zweite Abtheilung.

Lehrbuch

der

Physiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Von

Dr. G. Valentin,
ordentl. Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern.

Zweiter Band.

Zweite Abtheilung.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1848.

Sinnesempfindungen.

Da der Stoffwandel von den Eigenschaften der Körper, mit denen unsere Gewebe in Berührung kommen, abhängt, so können sich schon viele Verhältnisse der Außenwelt durch seine Vermittelung geltend machen. Die zweckmäßige Einrichtung des Organismus fordert es aber, daß der größte Theil jener Wirkungen nicht unmittelbar zu unserem Bewußtsein gelangt, daß wir zwar früher oder später den Erfolg, nicht immer aber die Ursache, die ursprüngliche Art und den allmäligen Wechsel der Veränderung kennen lernen (Bd. I. 32 und §. 402 ff.). Viele der zarteren Bedingungen kommen hierbei gar nicht in Betracht. Andere verrathen sich erst, wenn ihnen die Dauer oder die Stärke der Thätigkeit den nöthigen Grad von Einfluß verliehen hat. Könnten wir aber selbst den Stoffwandel Schritt für Schritt in unserem Bewußtsein verfolgen, so müßte immer noch der Kreis unserer Kenntnisse beschränkt bleiben. Er verriethe uns im günstigsten Falle nur einen kleinen Theil der Erscheinungen. Er wäre nie im Stande, uns von den Beziehungen, in denen die Körper der Außenwelt nicht bloß zu unseren Geweben, sondern auch unter einander stehen, Nachricht zu geben. 3233

Die Sinne führen in dieser Hinsicht um Vieles weiter. Das Auge empfindet die Schwingungen feiner Atome, welche die unendlichen Räume des Weltalls durchdringen, und das Ohr die Wellenerschütterungen der wägbaren Körper unseres Erdballes. Der Geruch und der Geschmack unterrichten uns von Eigenschaften, für welche die Physik noch keine bildliche Anschauungsweise gefunden hat. Die mechanischen Wirkungen, viele Einflüsse der Wärme und zum Theil der Elektricität sind den Tastwerkzeugen oder vielmehr den Nerven, welche die verletzendsten Eingriffe durch Schmerz, die leiseren durch andere Empfindungen verrathen, anheimgestellt. 3234

Kein Grund kann zu der Annahme führen, daß uns unsere fünf Sinne von allen möglichen Einflüssen der Körperwelt Rechenschaft geben. Ein sechstes wesentlich neues Sinneswerkzeug würde ohne Zweifel den Kreis unserer Kenntnisse unendlich erweitern und unsere ganze Anschauungs-, Sprach- und Denkweise durchgreifend verändern. 3235

3236 Betrachten wir die Wege, auf denen die Physik ihre tiefsten Wahrheiten und gleichsam die Krone ihres Wissens, nämlich die mathematische Erkenntniß der Wellenbewegungen der wägbaren und unwägbaren Stoffe gewonnen hat, so finden wir, daß sich die Grunderscheinungen nicht in der unmittelbaren Erfahrung, sondern durch die Vermittelung schrittweise fortschreitender Schlüsse verrathen haben. Wir sehen nicht die Theilchen des Lichtäthers, den wir als Ausgangspunkt des Ganzen hypothetisch annehmen müssen. Wir erblicken nicht, wie die Molecüle desselben hin- und herschwingen, wie sich ihre zusammentreffenden Wellen mit der Verschiedenheit ihrer Richtung verstärken, schwächen oder aufheben. Unser Auge giebt uns aber wenigstens den Eindruck der Finsterniß oder des Lichtes, je nachdem Ruhe oder Bewegung vorhanden ist. Es zeigt uns Farben, die mit der Länge der Wellen und der Zahl der Schwingungen wechseln. Das Ohr benachrichtigt uns von den gleichen Veränderungen, die sich in den wägbaren elastischen Körpern einleiten. Wir rechnen mit den Bedingungen, nicht aber mit den ursprünglichen Erscheinungen.

3237 Der Wechsel, der allen diesen Wahrnehmungen zum Grunde liegt, bezieht sich nur auf die Verhältnisse des Raumes und der Zeit. Diese beiden Glieder umgrenzen das Gebiet, in dem sich unsere Sinne und unser Gedankengang frei bewegen können. Wir haben kein Werkzeug, das uns die sogenannten inneren Veränderungen der Materie verriethe. Wir sind daher genöthigt, verschiedene Atome der wägbaren und unwägbaren Stoffe anzunehmen, oder richtiger gesagt, frei zu bekennen, daß wir die Bedingungeglieder, die eben jene Abweichungen herbeiführen, nicht auffassen. Es wäre möglich, daß eine größere Vollkommenheit unserer Sinne und unserer geistigen Thätigkeit jene Grenzmauer der Erkenntniß umstürzte, daß wir dann einsehen würden, wie eine Art von Atomen das Weltall durchdringt und daß dasjenige, was wir unserer Auffassung gemäß als Lichtäther, Wärmeatmosphären, magnetische oder elektrische Flüssigkeiten und Molecüle wägbarer Stoffe bezeichnen, bloße Folgen verschiedener Beziehungen der gegenseitigen Verhältnisse derselben Masse ausmachen.

3238 Besäßen die Thiere keine Empfindungswerkzeuge, so würde sie zwar die Eigenthümlichkeit ihrer Gewebe von den Pflanzen unterschieden haben. Ihre selbstbewußte Thätigkeit hätte sie aber nicht auf die höchste Stufe der Erdgebilde erheben können. Hätte das thierische Geschöpf ein Nervensystem und keine Sinnesorgane, so würde es ein in sich abgeschlossenes Wesen, das seine Eindrücke nicht mittheilen und die von Fremden nicht empfangen könnte, dargestellt haben. Die Sinne bilden so die Brücke, die sich von der Außenwelt in unser geistiges Innere hinüberzieht. Sie erweitern und befruchten nicht bloß das Gebiet unserer Gedanken, sie liefern ihnen erst vielmehr den Boden, auf dem sie die Sicherheit ihrer Grundlage und die Schärfe ihrer Umrisse zu gewinnen vermögen.

3239 Keines unserer Sinneswerkzeuge giebt uns eine wahrhaft objective Belehrung. Die Lichtstrahlen der sichtbaren Gegenstände, die unser Auge treffen, pflanzen sich in der ihrer Ablenkung entsprechenden Richtung und

Geschwindigkeit bis zur Netzhaut fort. Sie erzeugen hier einen Eindruck, der wiederum längs der angeregten Fasern des Sehnerven zum Gehirn weiter geht und dort mittelst entsprechender Werkzeuge in Lichtempfindung übersetzt wird. Was wir Licht nennen, ist keine Eigenschaft der Körper, die gewisse farblose oder farbige Lichtstrahlen zurückwerfen. Es bildet nur den Ausdruck der bestimmten Gegenwirkung des Gehirns, die dem Einfluß der Schwingungen, einer unbekannten Anregung des Lichtäthers nachfolgt. Wir sind im Stande, uns gewisse Vorstellungen über die Bedingungen und die Art ihrer Thätigkeit zu bilden und sie der strengsten mathematischen Berechnung zu unterwerfen. Allein das Licht selbst kehrt in allen Fällen als eine Größe wieder, die nur den Ausdruck einer Erscheinung bildet, die unser Fassungsvermögen überschreitet, und von einer entsprechenden subjectiven Gegenwirkung ersetzt wird. Dasselbe wiederholt sich für die übrigen Sinneswerkzeuge. Wir sind daher immer in den Kreis unserer eigenen Empfindungen gebannt und kommen nie zu einer wahrhaft objectiven Erkenntniß der Außenwelt.

Wir werden in der Folge bemerken, daß nicht alle farbigen Strahlen, in die sich das farblose Licht bei seiner einmaligen Brechung zerlegen kann, unsere Netzhaut treffen. Wir sehen daher weniger, als wir sehen könnten, wenn dieses Hinderniß hinwegfiele. Verhältnisse der Art bilden eine Unvollkommenheit. Sie bedingen aber keinen Fehler, weil sich ihre Einflüsse unter allen Beziehungen wiederholen. Ein Irrthum, der überall wiederkehrt, führt zu keinem Widerspruche, zu keiner Verwirrung. Die Drehung der Erde entgeht ebenfalls unserer unmittelbaren Beobachtung, weil sich alle Gegenstände unserer nächsten Umgebung in gleicher Weise fortbewegen. 3240

Man könnte auf den ersten Blick glauben, daß wenigstens die Empfindungen, die verschiedene Menschen haben, in ihren gegenseitigen Verhältnissen vollkommen übereinstimmen müssen, weil sonst keine Klarheit und Richtigkeit der Mittheilungen möglich wäre. Eine nähere Betrachtung lehrt aber bald, daß kein Grund selbst diese Annahme nothwendig macht. Faßt der Eine, wie es ausnahmsweise vorkommt, nur weißes Licht, der Andere hingegen außerdem noch die sieben Farben des Spectrums auf, so wird sich der Unterschied in den gewöhnlichsten Anschauungen verrathen. Jener ist nicht mehr zu sondern im Stande, was dieser auf das Schärfste trennt. Denken wir uns aber, der Erste erblickte eine ganz andere Reihe von Farben in dem Spectrum, als der Zweite, die gegenseitigen Beziehungen blieben aber unter allen Verhältnissen die gleichen, so würden sich die Abweichungen nie zu erkennen geben, wenn sich auch diese beiden Menschen ihre Empfindungen das ganze Leben hindurch unter den mannigfachsten Verhältnissen mittheilten. 3241

Die Träger der Sinneseindrücke, die Nervenfasern und die Nervenkörper enthalten im Wesentlichen dieselben Grundstoffe in den verschiedensten Geschöpfen. Die Uebereinstimmung beschränkt sich jedoch nur auf einen gewissen Grad von Aehnlichkeit, sie erhebt sich dagegen nicht zu völliger Gleichheit. Wir können sogar mit vieler Wahrscheinlichkeit an- 3242

nehmen, daß die einzelnen Wesen derselben Art ihre untergeord
Eigenthümlichkeiten in dieser Hinsicht darbieten. Richten sich die Em
dungen nach solchen Verhältnissen, hängt gleichsam der Charakter
Uebersetzung von den Fähigkeiten des Uebersetzers ab, so werden sich
bloß absolute, sondern auch relative Unterschiede mit Leichtigkeit erg
Die Auffassungen müssen sich dann in den Hauptbeziehungen gleichen,
werden aber in den untergeordneten Verhältnissen abweichen. Die
trachtung der Farbenerscheinungen kann uns zu der Ueberzeugung fü
daß dieses in der That der Fall ist.

3243 Zwei Hauptstücke, ein physikalischer Theil, der das Nöthige ver
tet, und ein nervöser, der die Wirkungen aufnimmt und verarbeitet,
men in jedem unserer Sinneswerkzeuge vor. Die Hornhaut, die
rige Feuchtigkeit, die Linse und der Glaskörper brechen die Lichtstr
in zweckmäßiger Weise, bevor sie die Netzhaut selbst treffen. Das
Ohr, das Trommelfell, die Gebilde der Paukenhöhle und des Labyr
ändern die Schallwellen, die zum Gehörnerven gelangen sollen.
Oberhaut mildert die mechanischen Eindrücke und die Wärmeeinflü
Gegenstände, damit eigenthümliche Tast- und keine Schmerzensemp
gen entstehen. Wir werden später finden, daß ähnliche Vorthei
Werkzeugen des Geruchs und des Geschmacks gestattet sind.

3244 Hat die Physik die Wirkungsart, für die ein Sinnesorgan b
ist, genauer ermittelt, so kann die Physiologie die Thätigkeit der v
tenden Stücke auf dieser Grundlage weiter verfolgen. Die Si
mit der es geschieht, hängt von der Ausbildungsstufe der entspre
physikalischen Wissenschaft ab. Die Darstellung der optischen Ver
des Auges hat daher die der akustischen des Ohres bei weitem übe
Die Forschungen dagegen, die wir über die Thätigkeit der nervö
bilde anstellen, stoßen in allen Fällen auf dieselben Hindernisse,
der Erkenntniß der Nerveneinflüsse überhaupt entgegensetzen.

3245 Wir haben §. 3239. gefunden, daß erst besondere Werkzeuge
hirns die Lichtempfindung erzeugen. Die Erfahrung lehrt, daß sie
so wie jene Hirngewebe unmittelbar oder durch Vermittelung d
nerven angeregt werden, zu Stande kommt. Ruft das Licht noch
Wirkungen hervor, verkürzt sich z. B. die Regenbogenhaut, so
Sehloch in seiner Größe wechselt, so kann dieses auf dem Wege de
tragung möglich werden. Die Veränderung, welche die Lichtwelle
lassen, pflanzt sich von der Netzhaut auf das Hirnorgan des Seh
Sie führt auf diese Weise die Wahrnehmung der Lichterscheinung
Die Unruhe theilt sich aber im Gehirn denjenigen Werkzeugen, w
Bewegungen der Regenbogenhaut leiten, mit. Geschieht dieses ni
ist die Verbindungsbahn an irgend einer Stelle unterbrochen, so
Mensch, ohne daß das Sehloch seinen Durchmesser wechselt.

3246 Jede Nervenfaser vermittelt zunächst nur diejenige Thätigkeit
den ihr entsprechenden Centralwerkzeugen zukommt. Diese könn
wiederum andere Gewebe der Centralorgane anregen. Die Wel
den Sehnerven treffen, werden daher vor Allem nur Lichtempfind

des Hörnerven bloße Schalleindrücke in dem gesunden Körper hervorrufen. Es ist möglich, daß sich Bewegungen hinzugesellen. Sie werden aber nicht von dem Sehnerven und nicht unmittelbar von dem entsprechenden Sinnwerkzeuge, sondern von der mitgetheilten Thätigkeit anderer Wirkungsmittelpunkte zu Stande gebracht.

Die Nervenlehre sucht dieses Gesetz dadurch auszudrücken, daß sie 3247
behauptet, jede Nervenfaser wirke in einer ihr eigenthümlichen Thätigkeit oder in einer besonderen Energie. Der Sehnerve erzeugt so einzig und allein den Eindruck des Lichtes, der Hörnerve den des Schalles, der empfindende Nerve den des Tastens oder des Schmerzes, während die bewegenden Nerven der Verkürzung ausschließlich dienen. Man sieht aber nicht, daß man hier eine Eigenschaft, die den einzelnen entsprechenden Centralwerkzeugen zukommt, auf die Nerven selbst überträgt. Wären die Fasern des Hörnerven von Centralgebilden, die Muskelbewegungen vermitteln, beherrscht, so würden die Erschütterungen, welche die Schallwellen bedingen, vor Allem Zuckungen herbeiführen. Die Gehörsempfindung könnte erst auf dem Wege der Uebertragung zu Stande kommen.

Die Lichtwellen, die von äußeren Gegenständen oder von Theilen un- 3248
seres eigenen Auges auf die Netzhaut geworfen werden, bilden nicht die einzigen Erreger der Lichtempfindung. Andere Reize, wie Druck oder Stoß, Wärme und Elektricität, die den Sehnerven oder dessen Centralwerkzeug treffen, können sie ebenfalls hervorrufen. Man sagt daher, daß die verschiedenartigsten Anregungen nur die besonderen Thätigkeiten des einzelnen Nerven oder richtiger des ihm gehörenden Centralorgans zu entwickeln im Stande sind. Die Art des Lichteindruckes, die Helligkeit oder Dunkelheit, die Verschiedenheit des Glanzes und der Farben wechseln unter gewissen Verhältnissen. Die Empfindung behält aber immer ihr allgemeines Merkmal, nämlich den Charakter des Sehens überhaupt, unverändert bei.

Diese Thatsache führt uns zu der Unterscheidung der *entsprechen-* 3249
den oder *adäquaten* und der *fremdartigen* oder *inadäquaten* Reize. Das Auge ist für die Aufnahme der Lichtwellen bestimmt. Diese stellen mithin die entsprechenden Anregungen des Sinneswerkzeuges dar. Galvanisiren wir dagegen den Sehnerven und bedingen wir hierdurch die Wahrnehmung von Flammenbildern, so haben fremdartige Einflüsse die Lichtempfindung herbeigeführt.

Die Elektricität oder der Magnetismus kann als kein entsprechender 3250
Reiz für irgend eines unserer Sinneswerkzeuge angesehen werden. Wir bemerken nie unmittelbar, wie sich die Atome verändern, wenn Wärmeeinflüsse oder chemische Anziehungen ihre gegenseitigen Verhältnisse wechseln lassen. Es ergiebt sich hieraus, daß wir nicht je einen besonderen Sinn für jede der wesentlich verschiedenen Wirkungsarten der Molecüle der wägbaren und der unwägbaren Stoffe besitzen.

Die Einflüsse, für welche die einzelnen Sinne bestimmt sind, schließen 3251
sich gegenseitig nicht aus. Dieselbe Masse oder die gleiche Veränderung kann vielmehr die eigenthümlichen Empfindungen zweier Sinneswerkzeuge

anregen (vergl. §. 3369.). Ist ein löslicher Körper im Stande, riechende Dünste in die Nasenhöhle zu senden, so schmecken und riechen wir ihn zu gleicher Zeit. Wir fühlen nicht selten die Erschütterungen, die als Töne in unserem Ohre wiederklingen. Das Licht, das unser Auge zum Sehen führt, erwärmt auch unsere Haut. Diese doppelte Art der Wahrnehmung findet aber bald ihre Grenzen. Viele Körper, die eigenthümlich riechen, lassen unsere Geschmackswerkzeuge unberührt und umgekehrt. Wir sehen noch Lichtstrahlen und hören noch Schallwellen, die unsere Tastwerkzeuge nicht mehr verrathen.

3252 Betrachten wir die Grade des Empfindungsvermögens, mit denen das Auge und das Ohr ausgestattet worden, so gelangen wir zu der Ueberzeugung, daß eben die Feinheit ihrer Auffassung den wahren Werth ihres Daseins bestimmt, daß es deshalb kein Ueberfluß ist, wenn sie die gleichen Veränderungen, die unsere Haut schon anzeigt, in eigenthümliche Wahrnehmungen übertragen. Fühlen wir auch die Erschütterung einer schwingenden Luftsäule oder eines bebenden festen Körpers, so können wir doch nur sehr große Verschiedenheiten der Stärke und der Schnelligkeit unterscheiden. Das Ohr giebt uns aber sogleich die Höhe der Töne an, d. h. wir bemerken mittelst dieses Sinnes Verschiedenheiten der verhältnißmäßigen Schwingungszahlen, die wir sonst nicht aufzufassen im Stande wären. Hören wir z. B., daß *d* höher als *c* ist, so heißt dieses, daß wir noch zwei Töne, von denen nur der eine um $\frac{1}{8}$ mehr Schwingungen, als der andere macht (§. 3044.), zu trennen im Stande sind. Wir bemerken aber dieses noch in dem tiefsten Baß, wie in dem höchsten Sopran. Es ist mithin im Wesentlichen gleichgültig, ob das zum Grunde liegende *c* 132 oder 2112 Schwingungen in der Secunde macht. Die gegenseitigen Hauptbeziehungen werden immer noch wahrgenommen (§. 3125.).

Das Farbensehen führt zu ähnlichen Verhältnissen. Wir werden in der Folge finden, daß die Farben von der Schwingungszahl und deshalb auch von der Länge der Lichtwellen herrühren. Das äußerste Violett, das unser Auge auffaßt, giebt ungefähr $\frac{1}{24}$ mehr Schwingungen, als das gewöhnliche Violett. Ein irgend geübtes Gesichtswerkzeug unterscheidet diese beiden Farben mit Leichtigkeit. Die Länge einer Lichtwelle jenes äußersten Violettes gleicht $\frac{1}{2493}$ eines Millimeters. Durchläuft nun das Licht 283131000 Meter in der Secunde (Bd. I. §. 250.), so werden die eben erwähnten Lichtwellen 697,000 mal in dem millionteften Theile einer Secunde schwingen. Das Auge unterscheidet daher verhältnißmäßige Abweichungen von Schwingungszahlen, deren absolute Größen auf den ersten Blick die unglaublichsten Ergebnisse der mathematischen Rechnung bilden.

3253 Einzelne Forscher sondern die Berührungs- oder die Contactsinne von den Fern- oder Distanzsinnen. Das Auge unterrichtet uns von den Licht- und den Farbenverhältnissen der Körper, welche größere oder kleinere Abstände von seiner Oberfläche trennen. Das Ohr verräth die Erschütterungen, die ursprünglich in fernen Massen angeregt werden. Die Zunge dagegen kann nur diejenigen Lösungen, die mit ihr unmittelbar in Berührung kommen, schmecken, und die Haut die Körper,

enen sie dahingleitet, betasten. Riechen wir auch den Duft einer
ne, den eine Luftschicht von unserer Nasenschleimhaut entfernt hält,
hmen wir doch nur die verflüchtigten Dämpfe, die wir mit unserem
n einziehen, wahr.

Man sieht leicht, daß dieser Unterschied auf schwankenden Grundlagen 3254
und sich mehr auf den Erfolg oder den Wirkungskreis, als auf das
n der Erkenntniß bezieht. Ein und derselbe Sinn kann scheinbar in
n Richtungen thätig sein. Fühlen wir den mechanischen Widerstand
Körpers, so arbeitet unsere Haut als Berührungssinn. Empfängt
gegen die strahlende Wärme einer fernen Masse, so stützt sich das
il auf die Wirkung eines Fernsinnes. Die Verschiedenheit fällt aber
ich hinweg, so wie wir die Verhältnisse genauer zergliedern. Sehen
as Blatt eines noch so weit abstehenden Baumes, so sind es doch
r nur die farbigen zurückgeworfenen Lichtstrahlen, die unsere Netzhaut
hst anregen. Erst diese unmittelbare Berührung macht die Empfin-
selbst möglich. Das Gleiche gilt von den Schallwellen, den riechen-
Dämpfen und den Wärmestrahlen. Eine wahre Wirkung in die Ferne,
sie die gegenseitige Massenanziehung der Sonne und der Planeten
etet, kommt in keinem unserer Sinne vor.

Liegt die ursprüngliche Veränderung, welche den Eindruck herbeiführt, 3255
halb unseres Körpers, so sprechen wir von objectiven Sinnes-
einungen. Wir nennen sie subjectiv, wenn dieses nicht der
ist. Erblicken wir einen fernen Gegenstand oder hören wir den Ton
klingenden Saite, so haben wir Thätigkeiten der ersteren Art. Das
ensehen dagegen, das einem Schlage auf das Auge folgt, das Ohren-
n, welches der Blutandrang nach dem Kopfe hervorruft, gehört zu
ubjectiven Sinnesempfindungen.

Da die Sinne vor Allem ihrer objectiven Wirkung wegen geschaffen 3256
so versteht es sich von selbst, daß die meisten, auf diesem Wege er-
n Empfindungen von entsprechenden und nicht von fremdartigen Rei-
§. 3249.) ausgehen. Wir würden aber irren, wenn wir diesen Satz
ner allgemein durchgreifenden Norm erheben wollten. Jeder Mensch
einzelne innere Theile seines eigenen Auges oder wenigstens die
tten derselben unter gewissen günstigen Bedingungen wahrnehmen.
haben daher hier eine subjective Empfindung, deren Ursache in den
ältnissen eines entsprechenden Reizes, nämlich der Lichtwellen, liegt.
Elektricität bildet umgekehrt eine fremdartige Anregung für jedes
eswerkzeug. Leiten wir aber einen galvanischen Strom durch das
eines Menschen, so belehrt ihn die Art und die Stärke der Flam-
ilder von den Größen der Spannung und der Leitungswiderstände,
e die fern gelegenen Erreger und deren Vermittelungsglieder dar-
n.

Man nimmt in der Regel an, daß die objectiven Sinneserscheinun- 3257
von einer beliebigen Zahl von Menschen, die subjectiven dagegen nur
Einem wahrgenommen werden. Jene seien gewissermaßen Gemeingut
, die sich in den gleichen Verhältnissen zu dem aufgefaßten Gegen-

ſtande befinden, dieſe dagegen bloßes Eigenthum deſſen, der von ſich aus zu ihnen angeregt wird. Viele Perſonen können ein und daſſelbe Haus gleichzeitig ſehen. Ein Zweiter erblickt aber nie die Funken, die ein Schlag auf das Auge in dem Grünen erzeugt. Die Flammen, die wahrgenommen werden, erleuchten keinen äußeren Gegenſtand.

3258 Der Unterſchied greift aber auch hier nicht weſentlich durch. Er beruht vielmehr nur darauf, daß ſich die Urſache, welche die Empfindung veranlaßt, nicht unmittelbar weiter verbreitet. Der Druck, der Schlag wirkt nur auf das Auge des einen Menſchen, während der Zweite von keiner Veränderung der Art berührt wird. Könnte er gleich den Lichtwellen zurückgeworfen werden, ſo würde ſich der Erfolg von der des objectiven Sehens in dieſer Hinſicht nicht unterſcheiden. Bilden ſich ſubjective Geſichtserſcheinungen, weil die Kryſtalllinſe einzelne trübe Punkte hat, ſo bemerkt dieſe ein anderer Menſch eben ſo gut, als der Kranke. Jener nimmt ſie nur unter anderen Bedingungen und daher auch unter anderen Bildern wahr. Derſelbe elektriſche Strom führt in vielen Perſonen zu ähnlichen ſubjectiven Empfindungen, ſo wie die Nebenverhältniſſe übereinſtimmen.

3259 Betrachten wir die objectiven Geſichtserſcheinungen genauer, ſo finden wir ſogar, daß ſie ſtreng genommen Nichts weniger, als Gemeingut ſind. Es iſt möglich, daß mehrere Menſchen ein Haus zu derſelben Zeit betrachten, weil ſich die von ihm zurückgeworfenen Lichtwellen allſeitig verbreiten. Ein Theil von ihnen fällt daher in des Einen und ein anderer in des Zweiten Augen. Da ſich aber beide Perſonen nicht an demſelben Platze befinden können, ſo wechſeln ſchon die Wege, die Winkel und andere Nebenverhältniſſe der Lichtſtrahlen. Jeder bemerkt daher ein anderes Stück des Hauſes oder er ſieht den gleichen Endbezirk unter einer anderen Beleuchtung. Der eine faßt daher nicht daſſelbe Bild wie der andere auf. Die Anſchauung, die ein jeder hat, iſt eben ſo ſubjectiv, ſie beſchränkt ſich für den Augenblick eben ſo ſehr auf ſeine einzelne Perſon, wie das Flammenbild, das dem mechaniſchen Eingriffe nachfolgt.

3260 Die älteren Forſcher haben häufig die ſubjectiven Sinnesempfindungen Täuſchungen der Sinne genannt. Da die Eindrücke, die wir auf dieſem Wege erhalten, keinen äußeren Gegenſtänden entſprechen, da uns oft das Auge Dinge, deren Anweſenheit kein anderes Sinneswerkzeug beſtätigt, verführt, ſo kann man auch nicht die Bezeichnung ſelbſt als unrichtig verwerfen. Anders verhält es ſich dagegen mit einer Folgerung, die ſich unmittelbar an dieſe Ausdrucksweiſe anſchloß. Man glaubte, daß die ſubjectiven Sinneserſcheinungen weniger Sicherheit und Beſtändigkeit darbieten, daß ſie gleichſam nur wechſelnde Spiele der Nerventhätigkeit ſind und ſich nicht ſo ſcharfen Geſetzen, wie die objectiven Empfindungen, gehorchen.

3261 Es iſt allerdings wahr, daß ein und derſelbe elektriſche Strom abweichende Farbeneindrücke in verſchiedenen Menſchen zu erzeugen vermag. Zwei Gründe, die in gleicher Art in allen übrigen Thätigkeiten des Auges wiederkehren, können dieſe Eigenthümlichkeiten begründen. Fallen die

eitungswiderstände ungleich aus, so wechseln auch die Ursachen, welche
e Netzhaut und das Gehirn zur Thätigkeit anregen. Sie unterscheiden
h dann eben so gut, wie wenn der eine äußere Gegenstand, den un-
r Auge erblickt, nur rothe und ein zweiter nur blaue Lichtwellen zu-
ückwirft. Fehlen aber auch diese ursprünglichen Verschiedenheiten, so
nn die Thätigkeit der Nervengebilde selbst mit der Mannigfaltigkeit der
ersonen abweichen. Dieser Umstand kehrt auch in den objectiven Empfin-
ungen wieder. Der eine Mensch sieht häufig die eine Farbe anders, als
n zweiter. Es ist kein Spiel, keine willkürliche Schwankung, sondern
ar ein Unterschied der Grundlage, auf dem die Endergebnisse fußen,
orhanden (§. 3242.). Die Gesetzlosigkeit, die überhaupt nur in der
hantasie des Menschen und nicht in der Natur vorhanden ist, kann in
inem Falle Boden gewinnen. Aendern sich die subjectiven Sinnes-
scheinungen in höherem Grade, so liegt dieses nur darin, daß die Be-
ingungen, unter denen sie auftreten, leichter wechseln. Sind ihre An-
hauungen ärmer, stehen sie den objectiven an Vielseitigkeit nach, so er-
ärt sich dieses aus der Natur der Körper und der Veränderungen, von
enen die Eindrücke in beiden Fällen ausgehen.

Wie sich aber der Geist die Erkenntniß der Außenwelt durch die 3262
Sinne verschafft, so müssen wir auch umgekehrt viele Anschauungen, die
in oder mehrere Sinneswerkzeuge liefern, in einem Urtheile vergleichen
der durch Nachdenken ergänzen, damit wir die wahren Verhältnisse er-
hließen. Begnügten wir uns mit der einfachen Auffassung des unmittel-
aren Eindruckes, so würden wir nie über die Größe, die Entfernung
nd die körperlichen Verhältnisse der Gegenstände hinreichend belehrt wer-
en. Käme das Gesichtsorgan nicht zu Hülfe, so bliebe uns ein großer
heil der Empfindungen unseres Tastgefühls unverständlich. Fiele die
eistige Verarbeitung hinweg, so würden gerade die feinsten und edelsten
Wirkungen der Sinne verloren gehen. Wie aber die Geisteshöhe, deren
ich der Mensch erfreut, es möglich macht, daß die Töne seines Kehl-
opfes zum mittheilbaren Ausdrucke seiner Gedanken werden (§. 3156.),
o ist sie es auch, welche die Sinne zur künstlerischen Auffassung erhebt
nd die edelsten Genüsse auf diesem Wege unserem Gefühle bereitet.

Die Beweglichkeit der Theile, die so wesentliche Vorzüge unserem Or- 3263
ganismus überhaupt gewährt (Bd. I. §. 31.), übernimmt eine nicht un-
bedeutende Rolle in jedem unserer fünf Sinneswerkzeuge. Die Augen-
muskeln richten das Auge auf die einzelnen Punkte, die wir erblicken
wollen. Die Regenbogenhaut ordnet die Ausdehnung des Beleuchtungs-
feldes der Netzhaut, und der Hammermuskel des Ohres die nöthige Span-
nung des Trommelfelles. Wir werden in der Folge finden, daß beson-
dere Muskelthätigkeiten die Wirkungen der Geruchs-, der Geschmacks- und
der Tastwerkzeuge begünstigen. Man hat häufig angenommen, daß diese
Veränderungen nicht bloß die Möglichkeit einer genauen Auffassung er-
leichtern, sondern auch unser Urtheil über die Beziehungen der Außenwelt
bestimmen helfen. Wir fühlen es gleichsam oder erlernen es durch Er-
fahrung, wie wir unsere einzelnen Verkürzungswerkzeuge beherrschen

müssen, damit wir die wechselnden Ortsverhältnisse der fremden Körper kennen lernen. Man leitete diese instinktartige Einsicht von sogenannten Bewegungsideen[1]) her. Die Untersuchung der einzelnen Sinneserscheinungen wird uns zeigen, wo diese Vorstellung mit Recht angewendet werden kann und wo sie nur unsere Unwissenheit verhüllt oder selbst irrthümliche Auffassungen herbeiführt.

Sehen.

1. Schutz- und Richtungswerkzeuge des Augapfels.

3264 Thränenflüssigkeit. — Sollte die Hornhaut durchsichtig bleiben, so konnte sie keine so dicke Oberhaut, als die übrigen Stellen der Außenfläche unseres Körpers besitzen. Die größere Zartheit ihrer Bekleidung und wahrscheinlich auch die Beschaffenheit ihrer Gewebe forderte aber dann einen Schutz eigener Art. Eine Mischung verschiedener Flüssigkeiten, die wir unter dem Namen der Thränen kennen, bedeckt deshalb die Außenfläche des Auges. Sie wird fortwährend erneuert, weil ein Theil von ihr verdunstet und ein anderer von Zeit zu Zeit, vorzüglich mit jedem Augenlidschlage oder mit jeder Verkürzung des Kreismuskels der Augendeckel (Orbicularis palpebrarum) (Fig. 131 *bc*)[2]) nach der Nase hin abfließt (Bd. I. §. 1494 ff.). Die Thränendrüse liefert in dieser Hinsicht die Grundlage des Ganzen. Die Blutgefäße der Innenseite der Augendeckel und der freien Oberfläche des Augapfels bereiten wahrscheinlich neue Zusatzmassen. Da aber die Anwesenheit stärkerer Blutgefäße die Durchsichtigkeit der Hornhaut gestört und die Auffassung der äußeren Bilder getrübt haben würde, so erklärt es sich, weshalb die Natur eine bedeutendere Menge jener Röhren in die Bindehaut verlegte. Sollten diese ungehindert absondern, so konnten sie wiederum keine so dicke Oberhaut, als die übrigen freien Theile des Gesichtes, erhalten. Wir dürfen mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, daß dieses die Gründe sind, weshalb das Epithelium der Bindehaut zarter, als die Oberhaut, und dicker, als der Ueberzug der Hornhaut ausfiel.

3265 Die Erfahrung lehrt, daß die bekleidende Flüssigkeitsschicht die Durchsichtigkeit der Hornhaut wesentlich begünstigt. Verdunstet sie nach dem Tode, so trübt sich die Cornea, und zwar zunächst der Epithelialüberzug derselben. Aehnliche Erscheinungen können sich im Leben unter den gleichen Bedingungen wiederholen. Wir sehen hieraus, daß dann die wässerige Feuchtigkeit wenigstens nicht in hinreichendem Maße durchschwitzt, um die Thränen zu ersetzen.

---

[1]) J. G. Steinbuch, Beitrag zur Physiologie der Sinne. Nürnberg, 1811. 8. S. 30. Vergl. auch C. Th. Tourtual, die Sinne des Menschen in den wechselseitigen Beziehungen ihres psychischen und organischen Lebens. Münster, 1827 8. S. 198 fgg.

[2]) Roß, in Oppenheim's Zeitschrift für die gesammte Medicin. Bd. 35. Hamburg, 1847. 8. Seite 1 — 5.

Die Miſchung, die wir in dem Bindehautſacke antreffen, beſitzt nicht 3266
mer eine vollkommen gleichartige Beſchaffenheit. Sie enthält nicht ſel-
n ſchleimigte Gemengtheile. Sie kann ſogar Fett, das von den Mei-
miſchen Drüſen herrührt, aufnehmen (Bd. I. §. 1493 und 1501.). Dieſe
rhältniſſe üben bisweilen einen gewiſſen Einfluß auf die Geſichtsthätig-
t aus. Die Flüſſigkeitsſchicht, welche die Hornhaut überzieht, bildet
s erſte Ablenkungsmittel, dem die Lichtwellen bei ihrem Eintritte in
s Auge begegnen. Es muß daher die Dicke, das Brechungsverhältniß
s die Durchſichtigkeit der Thränenlage die fernere Bahn der Strahlen
immen helfen. Die Optik des Auges wird uns in der That zeigen,
s hierdurch manche Bilder der äußeren Gegenſtände unter gewiſſen
dingungen verändert und eigene ſubjective Geſichtserſcheinungen her-
gerufen werden.

Augenlider. — Da die Thränen die Oberfläche des Augapfels 3267
ſſermaßen nur in optiſcher und nicht in mechaniſcher Hinſicht beſchützen,
müſſen noch andere weſentliche Ergänzungsſtücke der Sicherheitswerk-
ge hinzukommen. Die Augendeckel übernehmen dieſe Rolle. Sie hal-
Staubtheilchen und andere fremde Körper, ſo ſehr als möglich, von
t Bindehautoberflächen, die ihrem Ausbreitungsbezirke entſprechen, ab.
re Bewegungen, die von unſerer Willkür abhängen, erleichtern über-
s die Verbreitung und den Durchzug der Thränenflüſſigkeiten (Bd. I.
1494.).

Wir haben ſchon §. 2816 fgg. geſehen, daß zwei verſchiedene Gruppen von Muskelfa-
maſſen, der Heber des oberen Augenlides (Levator palpebrae superioris) (§. 2587. Fig.
. g.) und der Kreismuskel (Orbicularis palpebrarum) (§. 2814. Fig. 131. b. c.) die
chſelſeitigen Stellungsverhältniſſe der Augendeckel beherrſchen. Jener wirkt auf das
re Lid allein, dieſer dagegen auf beide zugleich. Der Unterſchied greift aber noch
fer durch. Denn der Heber des oberen Augenlides hänat von dem gemeinſchaftlichen
ugenmuskelnerven (N. oculomotorius) und der Kreismuskel von dem Antlitznerven
acialis) ab. Die näheren Verhältniſſe dieſer verſchiedenen Bedingungen und die Fol-
n, welche die Lähmung des einen oder des anderen Beſtimmungsgliedes für die Be-
ßung des Auges und das Sehen ſelbſt nach ſich zieht, werden uns bei der Betrach-
ng der Nerventhätigkeiten ausführlicher beſchäftigen.

Obgleich die Augendeckel nicht vollkommen undurchſichtig ſind und wir 3268
ıher noch im Sonnenlichte einen röthlichen Schein bei völlig geſchloſſe-
en Lidern wahrnehmen, ſo ſind ſie doch ſtark genug, um das Auge in
trächtlichem Maße zu beſchatten und einen Theil unnützen oder ſören-
en Lichtes abzuhalten. Wir können auf dieſe Weiſe die Stärke des Lich-
s innerhalb gewiſſer Grenzen nach Belieben verändern. Die Größe der
ugenlidſpalte wird überdies den Umfang des möglichen Geſichtsfeldes
nd die Deutlichkeit der Bilder, die wir von den äußeren Gegenſtänden
rhalten, beſtimmen helfen. Ihr Einfluß erinnert in dieſer Hinſicht an
en des Sehloches der Regenbogenhaut.

Eine ausführliche Betrachtung der Geſtaltverhältniſſe der Augendeckel und der
Schutzwerkzeuge des Auges überhaupt, der Formunterſchiede des oberen und des unteren
Augenlides und der optiſchen Wirkungen, die aus dieſen Erſcheinungen hervorgehen, giebt
Courtnal in Müller's Archiv 1838. S. 316—350. u. 1840. S. XXXVIII. — XLI.

[illegible]

[illegible] Einzelne Augenmuskeln. — Die [illegible] Umdrehungsflächen einer Linse bilden die Achse eines [illegible] Körpers (§. [illegible]). Gehören die Oberflächen [illegible] sich die Mittelpunkte derselben in der Achsenlinie, Centrallinie, d. h. in der Verlängerung der Achse. [illegible] Reihe von Linien eine und dieselbe Achsenlinie, so sagt man, [illegible] kommen geordnet sei.

Es ist zwar noch nicht vollständig bewiesen, daß alle [illegible] des Auges eine und dieselbe Achse besitzen. Wir werden [illegible] die Erfahrungen, die Chossat an den Gesichtswerkzeugen [illegible] angestellt hat, gegen diese Voraussetzung sprechen. [illegible] ben aber die meisten Forscher bewogen, die Linsen unseres [illegible] für eine vollkommen geordnete Reihe von Ablenkungskörpern [illegible] Denkt man sich eine gemeinschaftliche Achse durch die scheinb[illegible] des Ablenkungskörpers gelegt, so trifft sie die Netzhaut in [illegible] Vertiefung ihres gelben Fleckes oder des unpassend sogenann[illegible] loches. Sie geht dann ungefähr durch die Mitte der hinte[illegible] der harten Haut. Der Theil derselben, der sich von der [illegible] zur Hinterfläche des ganzen Augapfels erstreckt, heißt die [illegible] oder die äußere Augenachse, derjenige dagegen, der bis [illegible] reicht, die innere Sehachse oder die optische Achse.

[illegible] Die Erfahrung lehrt, daß wir diejenigen Punkte, die [illegible] hinteren Ende der inneren Sehachse scharf abspiegeln, mit [illegible] Deutlichkeit wahrnehmen. Unsere Anschauung wird aber [illegible] kommener, je weiter sich die Bilder von dem angegebenen [illegible] Da nun ein Leuchtpunkt, der seinen Brennpunkt in der [illegible] in dieser selbst liegen muß, so erklärt sich hieraus, weshalb [illegible] lige Verlängerung der inneren Sehachse oder die Sehach[illegible] nach denjenigen Orten, die wir am besten sehen wollen, [illegible] zwingt uns aber, unser Auge, wie ein Fernrohr, nach [illegible] Gegenständen zu richten.

[illegible] Die Augenmuskeln übernehmen einen Theil der eben [illegible] tigkeit. Sie machen daher gewisse Bewegungen des [illegible] ganzen Körpers überflüssig. Befinden sich beide Augen an [illegible] selben Gesichtsfläche, so wird hierdurch noch ein anderer [illegible]

[illegible] 1858 [illegible] 349. 350

können dann die zwei Sehachsen so gestellt werden, daß sie sich in
Punkte, den man am schärfsten betrachten will, kreuzen. Die Deut-
keit der Anschauung gewinnt hierdurch in hohem Grade.

Da die Hornhaut ein eigenthümlich gewölbtes Ansatzstück bildet, so 3273
eht es sich von selbst, daß der ganze Augapfel keine vollkommene Ku-
darstellen kann. Berücksichtigen wir aber auch nur die harte Haut,
rgiebt die genauere Betrachtung derselben, daß sie keinem Kugel-
nitte angehört. Es zeigt sich, daß sie vorn abgeplatteter, als hin-
st.

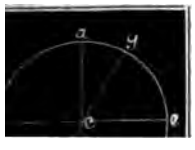
Die Augenachse des Erwachsenen pflegt 23 bis 25 Millimeter zu 3274
n. Halten wir uns an die von Krause mitgetheilten Zahlen, so
n wir zwei noch bedeutendere Durchmesser, von denen der eine die
nachse um $1/20$ bis $1/33$, und der andere um $1/37$ bis $1/110$ übertrifft.
r geht schief von dem Zwischenraume, den der innere und der obere
e Augenmuskel übrig läßt, nach dem des äußeren und unteren, dieser
gen von dem des äußeren und oberen nach dem des inneren und un-
. Beide durchschneiden sich $1/2$ bis $1\frac{1}{2}$ Millimeter hinter der Mitte
ugenachse. Die Kugelgestalt des Augapfels läßt sich daher nur für
fähre Bestimmungen voraussetzen.

Wälzt sich eine krumme Linie oder eine Fläche um eine feste gerade 3275
, so bildet diese die Drehungsachse des Umdrehungskörpers, der
solche Weise umschrieben wird. Behauptet eine Masse, die um sich
rollt, ihren im Raume gegebenen Ort, so muß die Drehungsachse
r selbst liegen und in jeder Beziehung für eine Art von Bewegung
ändert bleiben. Sie wechselt daher mit der Richtung der Wendung.
Punkt, in dem sich zwei oder mehrere solcher Drehungsachsen gegen-
schneiden, heißt der gemeinschaftliche Drehpunkt, weil er
Lage trotz der Verschiedenheit der Bewegungsrichtungen unverändert
hält.

Betrachten wir den einfachsten Fall oder den, in welchem der Um- 3276
ngskörper eine unverrückbare Kugel darstellt, so ergiebt sich, daß alle
chen inneren Drehungsachsen die gleiche Größe und den Mittelpunkt
gemeinschaftlichen Drehpunkte haben müssen. Könnten wir das Auge
ine Kugel, deren Durchmesser die Augenachse bildet, ansehen, so würde
in gemeinschaftlicher Drehpunkt für alle möglichen Stellungsrichtun-
n der Mitte der Augenachse befinden.

Da drei auf einander senkrechte Durchmesser *ab*, *de* und *fg*, Fig. 168. 3277
die Lagenbeziehungen einer Kugel im Raume an-
geben, so lassen sich auch durch sie die Hauptrichtun-
gen der Rollung, die mit keiner Ortsveränderung
verbunden ist, bestimmen. Jede Nebenrichtung kann
aber wiederum auf diese mit Leichtigkeit bezogen werden.

Fig. 168.



Nennen wir *a* oben, *d* innen und *f* vorn, so 3278
wälzt sich die Kugel von innen nach außen oder
umgekehrt, wenn *ab*, und von oben nach unten
oder entgegengesetzt, wenn *de* die Drehungsachse

bildet. Kommt diese Eigenschaft dem von vorn nach hinten g
Durchmesser *fg* zu, so rollt das Ganze radförmig in *adb* oder i
Ein jeder andere Körper bietet ähnliche Hauptbewegungen dar.

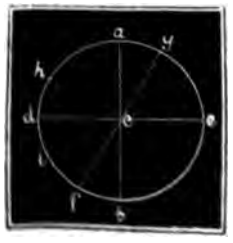
3279 Legen wir eine Fläche durch je zwei der wechselseitig se
Durchmesser *ab*. *de* und *fg*, Fig. 169., so erhalten wir drei Treu
ebenen und drei ihrem Umfange entsprechende **Meridiane**,
ebenfalls unter 90° schneiden. Denken wir uns nun z. B., *de*
Drehungs- und *ab* die **Bewegungsachse** oder diejenige Li
welcher die Kräfte arbeiten, so wird *fg* dem Befehle von *ab* in d
ab und *fg* gelegten Ebene oder in der **Bestimmungsebene**
Wir wollen daher *fg* die **passive Achse** nennen.

3280 Wir finden die Bestimmungsebene, wenn wir eine gerade F
jeder Beziehung senkrecht durch die Mitte der Drehungsachse lege
erhalten diese letztere, wenn wir eine gerade Linie in der Mitte
stimmungsebene unter 90° aufstellen.

3281 Wir können eine jede Bewegungsachse als einen Hebel ansel
in seiner Mitte unterstützt und an seinen Enden mit gleichen in ei
Richtungen thätigen Kräften versehen ist. Gewinnt die eine die D
so wird die Wendung zu ihren Gunsten eingeleitet. Da nun
drei Hauptachsen zur Bewegungsachse werden kann, so fordern
Hauptarten der Rollung kugelförmiger oder ihnen ähnlicher Kö
einseitige Kräftepaare, von denen jedes seine Wechselwerthe v
kann. Die Zwischenbewegungen lassen sich hier wieder auf d
Hauptstellungen zurückführen.

3282 Wir haben bis jetzt vorausgesetzt, daß das Kräftepaar
Enden einer Hauptachse angreift. Ist
der Fall, verlegen wir z. B. die
nach *h* und *i*, Fig. 169., so brauchen w
Linie *hi* parallel zu machen, um das
weit es die Richtung der Rollung betr
früheren Fall zurückzuführen. Gleiche
den dann einen selbst nicht symmetrisch
Angriffsstellen liegenden Punkt *d* gleich
der einen und der anderen Seite rollen.

Fig. 169.



3283 Diese Betrachtungen können im A
andeuten, weshalb sich drei unter einander entgegengesetzte M
an den Augapfel anfügen. Da sie von den unbeweglichen W
Augenhöhle ausgehen und nur in der bestimmten Richtung ihre
und Sehnenfasern wirken können, so liefern sie einseitige Kräfte.
daher jede Hauptachse zwei derselben besitzen.

3284 Lassen wir die einzelnen Nebenverhältnisse der Anheftung
wir sogleich zurückkommen, bei Seite, so liefern der obere und t
gerade Augenmuskel (Recti superior und inferior) (§. 2618.)
der innere und der äußere (Recti internus und externus) (Fig.
zweite und die beiden schiefen (Obliqui superior und inferior) (
das dritte Kräftepaar. Die zwei ersteren Gruppen entsprechen

i seitlichen Wendungen und die schiefen Muskeln der radartigen Be-
ung um die von vorn nach hinten gehende Achse. Die Drehungsachse
ersten Kräftepaares liegt quer von innen nach außen und die des
ten senkrecht von oben nach unten.

Wollen wir die Wirkungen dieser Zugkräfte genauer prüfen, so müs- 3285
wir uns noch zuvor einige Nebenverhältnisse klar machen. Führen
eine gerade Linie durch die Mitte der inneren Sehachse und die der
rittsstelle des Sehnerven, so erhalten wir die Sehnervenachse.
nen wir 11,6 Mm. für die halbe Augenachse, 4,1 Mm. für die ge-
inige Entfernung ihres hinteren Endes von der Mitte der Eintritts-
e des Sehnerven und 10,4 für den Abstand von dieser und der Mitte
Augenachse [1]), so ergiebt sich, daß die Sehnervenachse die Sehachse
er 20°32′ oder in runder Zahl unter 20° durchschneidet. Da die Ein- Anhang Nr. 40.
tsstelle des Sehnerven nach innen vor dem gelben Flecke liegt, so folgt
selbst, daß die Verlängerung der Sehnervenachse die Hornhaut wei-
nach außen erreichen muß. Sie trifft sie im Anfange ihres äußersten
theils, nämlich 4,1 Mm. von ihrer Mitte und 1,8 von ihrem Rande
rnt.

Wir wollen nun annehmen, daß ab und df, Fig. 170., die beiden 3286
Augenachsen und gi und hi die Verlängerung der zwei Sehnervenachsen sind. Führen wir eine Linie gh durch die Mitten der Vorderflächen der Hornhäute und stehen die Sehachsen ab und df senkrecht auf ihr, so gleicht der Winkel acg oder deh 20°; mithin agc oder dhi 70°. Da nun der seitlichen Symmetrie wegen gi eben so groß als hi sein muß, so erhalten wir 40° für den Winkel gih.

Fig. 170.

Verlängert man die Achsen der Augenhöhlen nach hinten, so schneiden sie sich in der Schädelhöhle unter 40° bis 45°. 3287

sichtigen wir daher nur die Stellung von vorn nach hinten, so wird
Richtung der Sehnervenachsen mit der der Augenhöhlenachsen nahe
instimmen, wenn die Mitten der beiden Hornhäute eine gemeinschaft-
Tangentenlinie haben und daher die Sehachsen auf dieser senkrecht
unter sich parallel sind.

---

[1]) Man kann diese und die später zu erwähnenden gegenseitigen Verhältnißzahlen aus
er von Krause in Meckel's Archiv. Bd. VI. Taf. II. gegebenen Abbildung des
Augendurchschnittes finden.

3288 Man nimmt gewöhnlich an, daß die Drehungsachse des inne
des äußeren geraden Augenmuskels auf der Sehachse senkrecht ste
was dasselbe ist, daß diese und die mittleren Anheftungsstellen je
kürzungsgebilde in einer und derselben geraden Ebene liegen. Se
ses mathematisch genau zutreffen, so würde der äußere gerade
muskel die Hornhaut, das Sehloch und die vordere Hälfte der
vollkommen wagerecht nach außen und den gelben Fleck nach inne
Der innere gerade Augenmuskel leitete dann die entgegengesetzte
keiten ein.

3289 Halten wir uns an die Maße, die Melchior[1]) nach de
suchung von 28 Augen bestimmt hat, so gleicht die mittlere
inneren geraden Muskels 36,7 und die des äußeren 40,6 Mm. T
achtungen, die Huschke[2]) an drei erwachsenen Männern und a
viel Frauen anstellte, ergaben im Durchschnitt 0,622 Grm. für
0,671 für diesen. Setzen wir 1,06 als Eigenschwere der M
voraus, so finden wir 0,16 Quadr.-Cent. Querschnitt für de
Die zwei Muskeln besäßen hiernach im Allgemeinen ungefähr
Kraft. Der äußere konnte sich aber ungefähr um ⅛ stärker, a
nere, verkürzen.

3290 Der innere Muskel heftet sich 6,2 und der äußere 7,3
dem Hornhautrande entfernt an[3]). Dieser Unterschied, der
den Längenverhältnissen der Gebilde entspricht, rührt wahrschein
her, daß der äußere gerade Augenmuskel der Form und der Ri
Augenhöhle gemäß gebogener verlaufen muß und etwas weiter
ten, wie es die Lage der Umgebung des Sehloches fordert,
kann. Legt man die Werthe von Krause, die eine noch gr
schiedenheit anzeigen, nämlich 5,3 und 7,2 Mm., zum Grunde,
sich, daß die Durchschnittsstelle der gegenseitigen Verbindungslinie d
kelansätze und der Sehachse in der mittleren Hauptschicht der Kr
6,1 Mm. von dem vorderen Endpunkte der Augenachse und
von der mittleren Anheftung des äußeren geraden Augenmuskel
liegt. Da nun der gegenseitige geradlinige Abstand der beiden
Bd. I, Anhang Nr. 18. nannten Punkte 13,0 Mm. beträgt, so folgt, daß die Verbin
der Mitteltheile der Anfügungsstellen des inneren und des ä
raden Augenmuskels die Sehachse unter 96°36′ und 83°24′ u
nicht vollkommen rechtwinkelig schneidet.

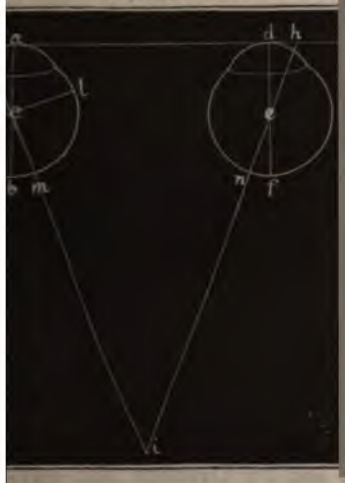
3291 Die mittlere Länge des oberen geraden Augenmuskels gl
und die des unteren 37,2 Mm. Jener wiegt im Durchschnitt
dieser 0,569 Grm. Die Querschnitte betragen daher 0,121 u
Quadr.-Cent. Der obere gerade Augenmuskel würde hiernach
meinen etwas schwächer ausfallen, sich aber dafür um eine unt

[1]) N. G. Melchior de Myotomia oculi. Havniae, 1841. 8. p. 31 — 35.
[2]) S. Th v. Sömmerring, Lehre von den Eingeweiden und den Sinnes
menschlichen Körpers. Umgearbeitet und beendigt von E. Huschke. Leipz
S. 775.
[3]) Melchior, a. a. O. p. 32. 33.

ärker verkürzen können, als der untere. Die Unterschiede sind Ganzen noch so gering, daß man ihnen keinen sehr erheblichen uschreiben kann. Die Verkürzungsgrößen liegen ungefähr in der ie Kräfte dagegen etwas unter denen des inneren und des äu- aden Augenmuskels. Man sieht jedoch, daß alle vier Muskeln u den gleichen Werthen führen.

haben §. 3287. diejenige Stellung der Sehachse *ab*, in der die 3292
der Sehnervenachse *gm* mit der der Augenhöhlenachse *gi* zu- llt, kennen gelernt. Die Mittellinie des Sehnerven geht in die- e in derselben Bahn gerade dahin. Da nun der obere und der rade Augenmuskel in ähnlicher Weise verlaufen, so hat man an- n, daß die Richtung ihrer Wirkung nicht der der Sehachse, son- der Sehnervenachse entspricht. Die Schriftsteller, die dieses en, müssen dann die Drehungsachse *kl*, Fig. 171., die Seh- nervenachse *gm* rechtwinkelig und die Sehachse unter 70° (nämlich unter dem Winkel *acl*) schneiden lassen. Der obere gerade Augenmuskel würde daher die Hornhaut, das Sehloch und das vordere Ende der Sehachse oder die Punkte *g* und *a* nicht einfach nach oben, sondern nach oben und innen, und der untere dieselben Gebilde nach unten und innen führen. Ruete[1]) findet sogar eine Stütze dieser Annahme in den Folgen der Muskeldurchschneidung. Hat man nämlich den inneren geraden Augenmuskel eines Schielenden so kann noch der Kranke die Hornhaut gerade und schief nach en. Die schiefen Augenmuskeln wären aber nach jenem Forscher Stande, diese Bewegung ohne die Mithilfe des inneren geraden zu vollführen.

Fig. 171.



mittlere Anheftung des oberen geraden Augenmuskels liegt nach 3293
r 8,2 Mm. und nach Krause 7,2 Mm. von dem Hornhaut- fernt. Der ähnliche Abstand des unteren geraden Augenmuskels ch Melchior 7,2 und nach Krause 6,8 Mm. Der untere ist Durchschnitt 1,0 bis 0,4 Mm. weiter nach vorn als der obere Die Verbindungslinie dieser beiden Verkürzungsgebilde trifft sen Verhältnissen die durch die Sehachse und die mittleren An-

[1]) Th. Ruete, Das Ophthalmotrop. Göttingen, 1846. 8. S. 6. 7.

sätze des äußeren und des inneren Augenmuskels gelegte Ebene unter 91°14′ oder beinahe vollkommen rechtwinkelig.

3294 Der obere gerade Augenmuskel heftet sich nach Krause 1,9 und der untere 1,5 hinter dem inneren geraden an. Diese Zahlen gleichen nach Melchior 2,0 und 1,0 Mm. Da sich nun der äußere 1,1 bis 1,9 Mm. hinter dem inneren anfügt, so folgt, daß die Ansatzstellen von diesem und dem oberen oder dem unteren geraden Augenmuskel nahebei entsprechend liegen, die drei übrigen dagegen etwas größere Abweichungen darbieten. Nehmen wir zwei der Ansatzstellen gleich an, so wird eine Ebene, die durch alle vier geht, auf der wagerecht gedachten Sehachse schief stehen.

3295 Die einzelnen Muskeln sind aber auch nicht gleichförmig auf die Quadrantenpunkte dieses Kreises vertheilt. Die Anfügungsstelle des unteren geraden liegt nach Melchior um 0,6 und nach Krause um 1,1 Mm. dem Ansatze des inneren geraden Augenmuskels näher, als dem des äußeren. Was die Stellung des oberen geraden betrifft, so weichen die Angaben wesentlich ab. Melchior findet, daß er im Durchschnitt 10,5 Mm. von dem inneren und 9,9 Mm. von dem äußeren geraden Augenmuskel absteht und sich mithin um 0,6 gegen diesen neigt. Krause dagegen läßt ihn um 1,5 Mm. dem inneren Augenmuskel näher liegen.

3296 Die beiden schiefen Augenmuskeln sind die schwächsten aller Verkürzungsgebilde des Augapfels. Die bloße Muskelmasse des oberen wiegt im Durchschnitt in Erwachsenen 0,247 und die des unteren 0,281 Grm. Schlagen wir die mittlere Länge des reinen Muskelfleisches zu 27,0 Mm. in jenem und zu 27,6 in diesem an, so erhalten wir 0,086 und 0,096 Quadr.-Cent. Querschnitt. Der untere schiefe Muskel würde hiernach den oberen an Verkürzungsgröße und an Kraft um einen nur unbedeutenden Werth, der selbst vielleicht noch zu einem großen Theile in den Grenzen der Beobachtungsfehler liegt, übertreffen. Keiner dieser beiden Muskeln kann sich aber mit einem der vier geraden Augenmuskeln messen. Ihre Verkürzungsgrößen sind etwa um ein Drittheil und ihre Kräfte um eben so viel oder um die Hälfte schwächer. Wir werden die Gründe dieses Verhältnisses später kennen lernen.

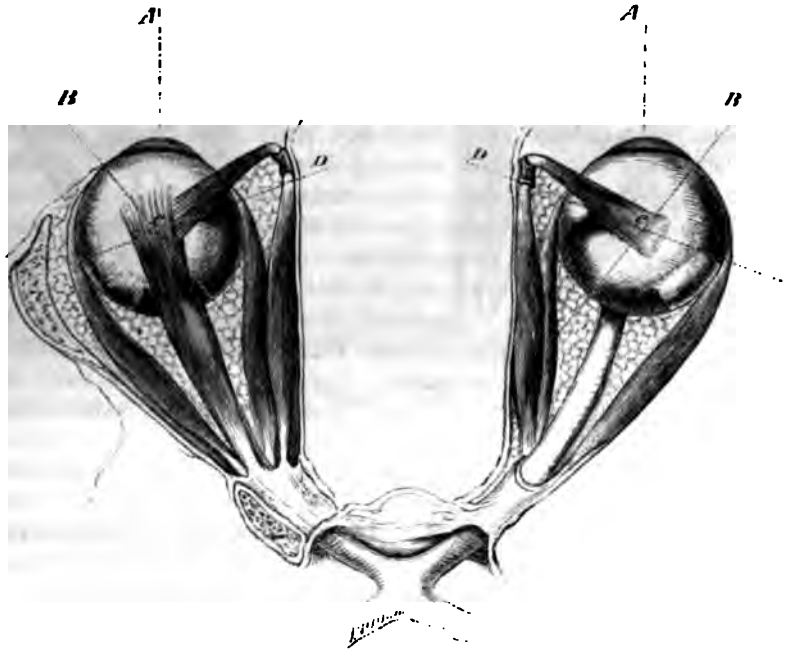
3297 Da die Seitenwendung nach oben und unten von zwei geraden, die von rechts nach links von zwei anderen geraden eingeleitet wird und je zwei dieser vier Muskeln zu gleicher Zeit zu wirken im Stande sind, so werden schon alle Arten der seitlichen Bewegungen durch sie allein möglich gemacht. Sollen daher die schiefen Muskeln nicht überflüssig sein, so können sie nur zweierlei Bestimmungen erfüllen. Sie wirken für sich und erzeugen die Raddrehung um die von vorn nach hinten gehende Achse, oder sie arbeiten mit den geraden gemeinschaftlich und bedingen es, daß das Auge in der Augenhöhle unverrückt liegen bleibt. Wir werden sehen, daß diese zweite Bestimmung ihren Hauptzweck bilden kann.

3298 Wir haben früher (§. 3285.) gefunden, daß sich die Sehnervenachse und die Sehachse unter 20° schneiden. Hieraus folgt, daß die Verbindungslinie der Mitte der Hornhaut und der der Eintrittsstelle des Seh-

nerven einen Winkel von 10° mit der Sehachse bilden muß. Legte ich nun eine senkrechte Ebene durch diese Linie und eine zweite durch die Mitte der Richtungen der Ansätze der beiden schiefen Muskeln, so trafen sich diese unter 30 bis 40° oder im Durchschnitt unter 35°. Die durch die Anheftungsstellen geführte Fläche schnitt daher die Sehnervenachse unter 25° und die Sehachse unter 45°. Die auf jener senkrecht stehende Drehungsachse der schiefen Muskeln wird daher nicht mit der Sehachse zusammenfallen, sondern sie unter 65° durchsetzen. Ihr äußeres Ende muß etwas nach außen von der Hornhaut zu liegen kommen.

Nehmen wir an, *A A*, Fig. 172., seien die gerade nach vorn gerich- 3299
teten Sehachsen, so wird die Drehungsachse der schiefen Muskeln unge-

Fig. 172.

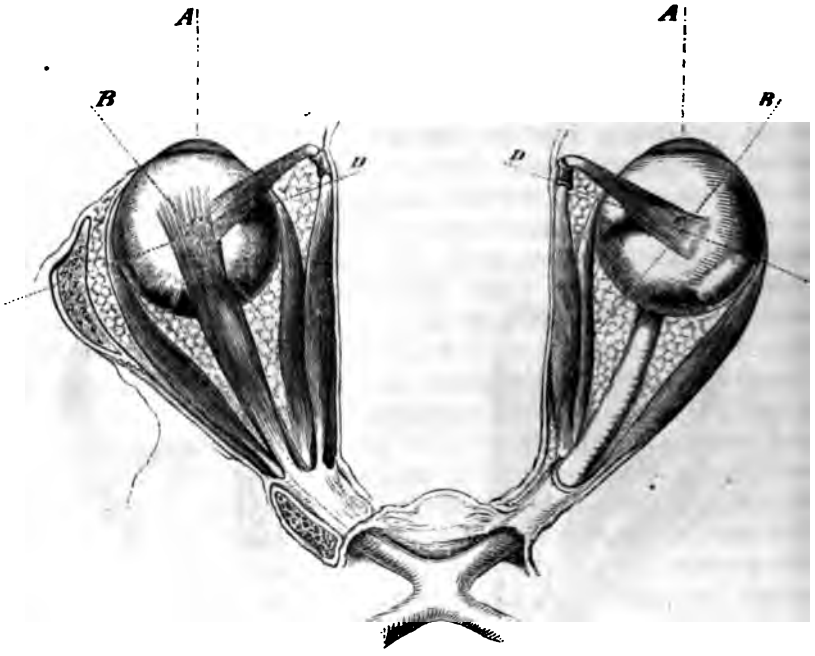


fähr in *B* verlaufen. Stellt man die des oberen und des unteren geraden *D* senkrecht auf die Sehnervenachse und in eine und dieselbe Ebene mit *B*, so werden sich beide unter 45° schneiden.

Denken wir uns, die Sehachse *A* stehe gerade nach vorn, wie es 3300
die Abbildung zeigt, so wälzt dann der obere schiefe Augenmuskel die Mitte der Hornhaut nach unten und außen, der untere dagegen nach oben und außen. Sägt man die Umgebung der Augenhöhle eines Menschenkopfes heraus, entfernt den inneren Theil des Daches derselben, legt den Mittelheil der Muskelmasse des oberen schiefen Augenmuskels bloß und führt eine Stecknadel durch die Mitte der Hornhaut gerade bis in den Grund der Augenhöhle, so begiebt sich der Knopf derselben, so wie

man den Muskel in der Richtung seiner Fasern anzieht, nach unten und etwas nach vorn und außen. Der Augapfel drängt sich nach vorn und hervor und wulstet selbst das obere Augenlid, wenn es herabhängt, deutlich auf. Meißelt man nun den vorderen Theil der Grundfläche vorsichtig hinweg, so daß der Mitteltheil des unteren schiefen Augenmuskels mit Leichtigkeit bloßgelegt werden kann, der Ursprung dagegen unversehrt

Fig. 173.



bleibt, und zieht man wiederum in der Richtung des Faserverlaufes an, so wendet sich die Hornhaut nach oben und außen und tritt mehr unter die äußere Hälfte des oberen Augenlides. Die Bewegung nach vorn, die hier ebenfalls vorhanden ist, fällt jedoch dann weniger, als in dem vorigen Falle, in die Augen.

3301 Die verschiedenen abweichenden Ansichten, die sich über die Thätigkeiten der schiefen Augenmuskeln geltend gemacht haben, rühren vorzugsweise von zweierlei Verhältnissen her. Man zog häufig die einzelnen in der Leiche bloßgelegten Muskeln ohne Weiteres und nicht genau in der Richtung ihres Faserverlaufes an. Der untere schiefe Augenmuskel führte auf diese Art am leichtesten zu irrthümlichen Urtheilen. Spricht man aber in der Regel von einer Stellung des Augapfels überhaupt, so führt dieses bald zu Mißverständnissen. Behält man z. B. den unteren und inneren Quadranten im Auge, so dreht ihn der untere schiefe Muskel nach oben und innen, ohne daß diese Bewegungsweise der §. 3300. gegebenen Darstellung widerspricht. Der obere wälzt auf gleiche Art den oberen und inneren nach unten und innen.

ben die übrigen Augenmuskeln eine andere Stellung der Sehachse 3302
173.) eingeleitet, so wird sich diese scheinbare Zweideutigkeit wie-
, weil dann Bogen entstehen, deren Hälften entgegengesetzte Be-
n haben. Nehmen wir an, der vordere Theil der Sehachse sei
:n und außen gerichtet, so kann ihn der obere schiefe Muskel im
nach unten und innen führen. Steht er passend nach unten und
so vermag ihn jener weiter nach innen zu rücken. Blickt er end-
) unten und außen, so ist der untere schiefe Muskel im Stande,
:st nach oben und innen zu lenken. Man sieht hieraus, daß sehr
auf ankommt, ob man sich vorstellt, daß die schiefen Muskeln al-
ken oder ob man voraussetzt, daß sie in stärkerem oder geringerem
von den geraden unterstützt werden. Bedient man sich einer Kugel,
e man beliebig eine der Hauptachsen legen kann, so wird man sich
olg, den jeder Einzelfall fordert, am besten versinnlichen.

ht man die beiden schiefen Muskeln des §. 3300. beschriebenen 3303
:tes gleichzeitig an, so geht die innere sichtbare Hälfte des Aug-
orzüglich in ihrer Mitte nach vorn. Sie rollt überdies im Gan-
:f von innen und vorn nach außen und hinten. Umschnürt man
:es oberen und des inneren geraden Augenmuskels mit Fäden und
f diese Weise die natürliche Längenabnahme künstlich nachzubilden,
oft der innere Abschnitt des sichtbaren Stückes des Augapfels bei
ziehen des unteren schiefen Augenmuskels gar nicht und bei dem
:en in weit geringerem Maße hervor. Man kann hieraus schlie-
ıß diese Verkürzungsgebilde den Augapfel etwas nach vorn verzu-
suchen und daß ihnen die geraden Augenmuskeln und zwar vor
er obere, der untere und der innere entgegenarbeiten. Trennt
:en von ihnen im Leben, so tritt der Augapfel sichtlich hervor.
dagegen nach der Durchschneidung eines schiefen Muskels zurück-
1). Das Schließen der Augenlider wird sich auch schon nach
:e seiner Kraft der Wirkung der schiefen Muskeln widersetzen

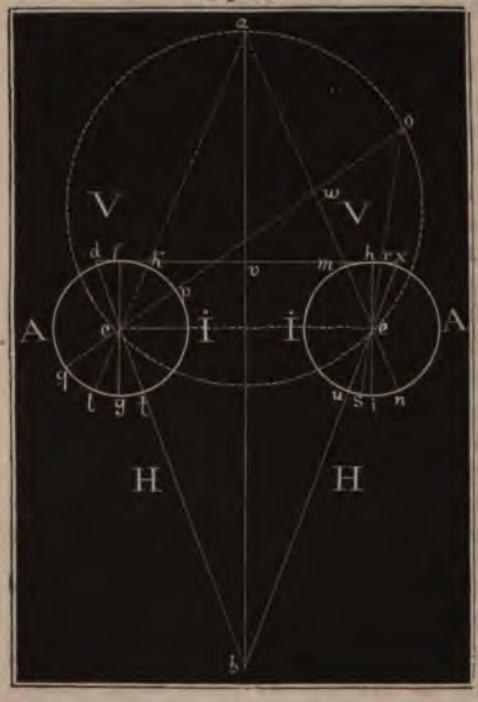
Fig. 174.

Denken wir uns, der Fig. 174. 3304
dargestellte Kreis entspreche einem senk-
recht auf die Drehungsachse der schie-
fen Muskeln des linken Auges geführ-
ten Querschnitte, so wird der obere
schiefe Muskel in der Richtung des
Pfeiles *e e* und der untere in der des
Pfeiles *f f* wirken. Beide arbeiten da-
her einander entgegen. Erinnern wir
uns nun der §. 3295. beschriebenen
Lage der durch den Durchschnittspunkt
von *c* und *d* von vorn nach hinten
gehenden Drehungsachse, so wird zu-

1) H. Th. Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie. Braunschweig. 1845. 8. S. 14.

nächst der obere schiefe Augenmuskel den hinteren Endpunkt de
nach oben und innen und der untere nach unten und auß
Halten wir die §. 3292. entwickelten Beziehungen fest, so roll
gerade Augenmuskel den gelben Fleck nach unten und außen u
tere nach oben und außen. Soll nun keine seitliche Abweichung
nur eine Bewegung von oben nach unten oder umgekehrt zu
kommen, so kann dieses am einfachsten geschehen, wenn der ober
und der untere schräge oder der untere gerade und der obere
Muskel zusammenwirken und sich in den Einflüssen, die sie auf
lichen Verrückungen der Vertiefung des gelben Fleckes ausüben,
gleichen.

3305 Fig. 175.



Nehmen wir an, die beid
Sehachsen *fg* und *hi*, Fig. 17
ständen parallel und die zwei
raden Augenmuskeln höben
senkten die Augäpfel, so wer
die Mitten der gelben Flecke,
früher in *g* und *i* lagen, na
und *n*, der Nebenwirkungen
gen, geschoben werden. De
wir uns zwei auf *ce* senkre
Trennungsebenen, in denen
Sehachsen liegen, so werden
im Anfange, so lange die
genachsen in *fg* und *hi* ste
unter sich parallel sein. F
sie dagegen der obere oder
untere gerade Augenmuskel
kl und *mn*, so büßen sie
ihren Parallelismus ein
schneiden sich, wenn sie ver
gert werden, in *a*. Soll di
vermieden werden, so müssen
schiefen Muskeln *kl* nach *fg*
mn nach *hi* zurückwälzen.
sagt daher, daß die schrä
Muskeln den Parallelismus der auf *ce* senkrechten Trennungsebenen
halten oder herstellen. Es bleibt in dieser Hinsicht gleichgültig, ob
unter sich parallelen Sehachsen auf *ce* senkrecht oder schief stehen.

3306 John Hunter[1]) hat es, so viel ich weiß, zuerst ausgespro
daß die schiefen Augenmuskeln den Augapfel radförmig drehen, so
wir den Kopf nach der einen Schulter neigen. Hueck[2]), der dense

[1]) John Hunter, Bemerkungen über die thierische Oekonomie. Im Auszuge
mit Bemerkungen versehen von K. F. A. Scheller. Braunschweig. 1802. 8
348 — 350.

[2]) Al. Hueck, Die Bewegung der Krystalllinse. Dorpat, 1839 4. S. 43.

rtheidigte, fügte einen Versuch, der das Ganze beweisen sollte,
Läßt man nämlich das Gesicht eines Menschen, der einen äußeren
tand unverwandt betrachtet, nach der einen Seite und nach unten
so wird man bemerken, daß ein Bindehautgefäßchen, daß an dem
n Rande der Hornhaut des tiefer stehenden Auges verläuft, in die
eht, und umgekehrt. Jacob [1]) und Burow [2]) sprachen die gleiche
ht aus. Krause [3]) nahm an, daß die Bewegung die frühere wage-
te Stellung der Centralfalte wiedergäbe. Volkmann [4]) bekräftigte
ich die von Hueck gemachte Angabe vollständig und fügte wie dieser
u, daß die Drehung um die Sehachse selbst zu Stande komme.

Erinnern wir uns der Lage der Drehungsachse der schrägen Augen- 3307
keln, so muß schon dieser letztere Ausspruch das Ganze zweifel-
machen. Ich konnte mich in der That früher [5]) nicht überzeugen, ob
Ortsveränderung der Blutgefäße der Bindehaut von einer wahren
tigen Drehung oder von einem schiefen Zuge des Augapfels bedingt
. Tourtual [6]) fand, daß sie sich deutlich zeigte, wenn ein naher
stand genau angesehen wurde. Blickte man dagegen nach einem
ntfernten Punkte, so machte sie sich kaum bemerklich. Fernere Beob-
gen ergaben ihm noch, daß die Rollung um die Sehachse erfolge
ithin nicht durch die schiefen Muskeln allein vollführt werden könne.
ers [7]), der diese Verhältnisse am genauesten zu verfolgen suchte,
te, daß man die scheinbare Achsendrehung vermeiden könne, so wie
ie Sehachsen bei den Bewegungen des Kopfes auf der Angesichtsfläche
ht erhält oder jenen genau um die von vorn nach hinten gehende
des Halses dreht. Beugt oder streckt man aber den Kopf im ge-
n oder wendet man ihn von vorn nach hinten, so wird jene Be-
ig aufgehoben. Der Augapfel bewegt sich dann in einer seitlichen
ng und erzeugt so die scheinbare Achsendrehung.

Die Forscher, welche die Radbewegung als eine physiologische Noth- 3308
igkeit ansahen, gingen von dreierlei Verhältnissen aus. Die Verän-
; sollte in gewissen Fällen die Auffassung von Scheinbewegungen
en, die wahre Stellung der gesehenen Gegenstände angeben oder
infachsehen möglich machen.

unter nahm mit früheren Optikern an, daß wir auf die Bewe- 3309
eines Gegenstandes schließen, so wie sein Bild immer andere Stel-
r Netzhaut trifft. Neigen wir den Kopf nach der Seite, so wird

---

zette medicale de Paris. 1841. Nro. 26. p 409.
Burow, Beiträge zur Physiologie und Physik des menschlichen Auges. Ber-
. 1842. 8. S. 8.
ause, a. a. O. S. 550.
lfmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Braun-
weig, 1846. 8. S. 273.
pertorium. Bd. VII. Bern und St. Gallen. 1842. 8. S. 407.
urtual, in Müller's Archiv. 1840. S. LVI. u. Ebendaselbst. 1846. S. 359
369.
nders, in den holländischen Beiträgen zu den anatomischen und physiologi-
ien Wissenschaften. Herausgegeben von van Deen, Donders und Mole-
hott. Bd. I. Utrecht und Düsseldorf. 1847. 8. S. 118 fgg.

diese Bedingung erfüllt. Die schiefen Muskeln müssen daher die Ortsverrückung ausgleichen, damit wir zu keinem irrigen Urtheile verleitet werden. Da uns aber ein Gegenstand unverrückt erscheint, wenn wir z. B. den Kopf gerade nach oben wenden, so erhellt schon von selbst, daß die Grundlage, auf der jene Folgerung fußt, der Erfahrung widerspricht.

3310 Das Gleiche gilt von dem Satze, von dem man für die Betrachtung der richtigen Wahrnehmung der Stellung ausgegangen ist. Wir haben unser Gesicht gerade nach vorn gewendet, wenn die Ebene, die es von oben nach unten in zwei gleiche Hälften theilt, auf einer wagerechten Bestimmungsfläche senkrecht steht. Die dann ebenfalls senkrechte Trennungsfläche des Auges sollte unser Urtheil über die Lage der gesehenen Gegenstände in allen Fällen leiten. Steht sie aufrecht, so erscheinen uns auch die Bilder, die sich längs ihrer Richtung abspiegeln, aufrecht. Neigt sie sich, so halten wir diese ebenfalls für schief geneigt. Senken wir den Kopf nach der einen Schulter, so muß die früher senkrechte Trennungsebene schräg gestellt werden. Die Raddrehung verbessere aber den Uebelstand, der sich auf diese Weise für unsere Auffassung geltend macht.

3311 Wir werden später finden, daß eine solche Abhängigkeit des Urtheils von der Stellung des Bildes auf der Netzhaut nicht vorhanden ist. Lassen wir aber auch dieses bei Seite, so kann schon eine einfache Erfahrung beweisen, daß die Thätigkeit der schiefen Muskeln die richtige Auffassung der Lage der Gegenstände nicht immer bedingen könnte. Sie sind nicht im Stande, das Auge um 180° zu drehen. Ein Mensch, der auf dem Kopfe steht, sieht aber die Gegenstände aufrecht, wie gewöhnlich.

3312 Es würde zu unnöthigen Wiederholungen führen, wenn wir schon hier die Art, wie die Raddrehung, der dritten Annahme gemäß, das Doppeltsehen verhütet, darstellen wollten. Wir werden auf diesen Punkt in der Optik des Auges zurückkommen. Wir können aber schon ohne Weiteres einsehen, daß die ursprüngliche Ursache der Anwesenheit schiefer Muskeln in diesen Verhältnissen nicht zu liegen vermag.

Das Einfachsehen mit zwei Augen setzt voraus, daß sich derselbe Gegenstand an zwei entsprechenden Stellen der beiden Netzhäute abspiegelt. Diese Bedingung wird aber in Thieren mit völlig seitlichen Sehwerkzeugen nicht immer erfüllt. Ein Gegenstand kann hier sein Bild nur in einem Auge entwerfen. Es hat aber nichts desto weniger seine besonderen schiefen Muskeln. Diese müssen daher eine allgemeinere Bestimmung, die an jedem einzelnen Gesichtsorgane wiederkehrt, besitzen. Nimmt man selbst eine wahre Rollung unter den §. 3307. angeführten Verhältnissen an, so wird man schon zu demselben Schlusse genöthigt, weil sie auch, wenn ein Auge geschlossen ist, wiederkehrt. Sie kommt dabei wiederum um so weniger zum Vorschein, je weniger sich die seitliche Neigung des Kopfes nach unten mit Bewegungen nach vorn verbindet (§. 3307.).

3313 Arbeiten zwei benachbarte gerade Muskeln gemeinschaftlich, so wird die gleichzeitige Verkürzung eines schiefen Augenmuskels ihre Wirkung unterstützen oder mäßigen. Eine einfache Wendung der Sehachse kann

daher im Leben aus der Thätigkeit dreier von den sechs Augenmuskeln hervorgehen. Haben wir umgekehrt eine bestimmte Richtung, so sind wir im Stande, sie dem Parallelogramm der Kräfte gemäß so zu zerlegen, daß wir drei ungleiche Kraftgrößen, von denen eine einem schiefen und die beiden anderen zweien geraden, oder umgekehrt, angehören, erhalten [1]). Man sieht, daß sich auf diese Weise die Verhältnisse im Leben verwickelter, als es auf den ersten Blick scheint, zu gestalten vermögen.

Das Auge ruht in dem weichen Fettpolster der Augenhöhle und ist hin- 3314
ten an dem Sehnerv wie an einem elastischen Stiele befestigt. Zögen sich z. B. der obere und der untere gerade Muskel gleichzeitig zusammen, so würden sie den Drehpunkt des Auges von vorn nach hinten verrücken. Berücksichtigt man aber die Nachgiebigkeit der Sehnerven und der Nachbartheile des Augapfels, so wird man es nicht ganz unwahrscheinlich finden, daß schon die Verkürzung eines geraden Augenmuskels den Augapfel nicht bloß rollen, sondern in seiner Lage in der Augenhöhle, wenn auch in geringem Grade, ändern muß. Wird aber ein schiefer Muskel gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt, so ist es denkbar, daß er der Verrückung des Drehpunktes entgegenarbeitet und so eine bloße Rollung ohne Veränderung der absoluten Stellung herbeiführt.

Die Natur war den Verhältnissen nach genöthigt, die geraden Augenmuskeln so anzubringen, daß ihre Fasern und daher auch ihre Zugrichtungen von vorn nach hinten streichen. Sollte dessenungeachtet jedes einzelne Auge seinen im Raume gegebenen Ort trotz der seitlichen Wendungen behaupten, so mußten schräge Muskeln hergestellt werden. Diese bilden daher vor Allem eine nothwendige Folge der gegebenen Anordnung der geraden Muskeln. Sie sind in einem Einäugigen eben so wenig überflüssig, als in einem Thiere mit völlig seitlichen Gesichtswerkzeugen.

Die beiden Wirkungsarten, welche auf diese Weise einem geraden 3315
Muskel zukommen, müssen ungleiche Größen der Natur der Sache nach besitzen. Die Kraft, mit der er den Drehpunkt zu verrücken vermag, wird im Allgemeinen kleiner, als die der Rollung ausfallen. Der schiefe Muskel, der zu Hilfe eilt, braucht daher auch weniger stark zu arbeiten. Eine geringere Verkürzung desselben wird schon dem Zwecke genügen. Es dürfte sich hieraus erklären, weshalb die schrägen Muskeln kürzer und schwächer, als die geraden sind.

Drehpunkt des Auges. — Könnte man dieses als eine Kugel, 3316
deren Durchmesser der Augenachse gleicht, ansehen, so müßte der gemeinschaftliche Drehpunkt der sechs Augenmuskeln in dem Mittelpunkte oder in der Hälfte der Augenachse liegen. Da nun diese 23 bis 25 Mm. im Erwachsenen gleicht, so erhielten wir 11,5 bis 12,5 Mm. für den Abstand des Drehpunktes von der Mitte der Vorderfläche der Hornhaut.

Prüfte Volkmann [2]) die wagerechten Bewegungen des Augapfels, so fand er 11,4 bis 14,1 und im Durchschnitt 12,3 für sechs erwachsene

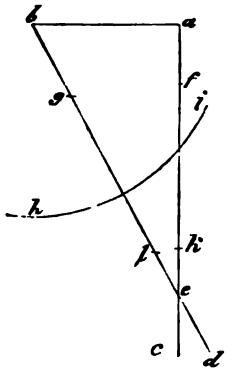
[1]) Donders, a. a. O. S. 138.
[2]) A. W. Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig, 1836. 8. S. 33.

Männer. Eine Frau ergab 14,1 und ein 14jähriges Mädchen Burow [1]) kam an sich selbst auf 12,2 Mm.

Untersuchte ich die wagerechte Drehung meines linken Au ferten mir zehn Einzelerfahrungen 12,8 bis 12,0 und im 1 12,41 Mm. Zwölf andere Beobachtungen, die ich über di Wendung anstellte, gaben 12,0 bis 11,0 und im Mittel 11,4 der Unterschied der beiden Durchschnittswerthe die möglichen F noch nicht überschreitet, so können wir hieraus nicht mit Siche ßen, daß der Drehpunkt der zweiten Bewegungsart um 0,95 S nach vorn, als der der ersten liegt. Setzt man voraus, daß b menfallen, so führen jene zwanzig an meinem Auge angestellte tungen zu 11,9 Mm. als den mittleren Abstand desselben von d fläche der Hornhaut. Meine linke Augenachse müßte hiernach gleichen.

Fig. 176 kann uns die Grundlage der Vorrichtung [2]), deren sich Vo später auch Burow bedienten, klar mach sind zwei in einer wagerechten geraden Lini Punkte, welche durch die kleinen Diopteröffnu betrachtet werden können. *afec* bleibt fest nen rechten Winkel mit *ab*. *be* dagegen kan förmig von innen nach außen drehen. Das tet zuerst *a*, so daß der Mittelpunkt der V Hornhaut in *k* und mithin die Sehachse *k* Es wird hierauf seitlich gewendet und *bd* so ben, bis jenes den Punkt *b* am deutlichsten f achse muß daher jetzt in *ld* oder in der Ver *bgl* liegen. Sie wird sich hierbei um *e* geb

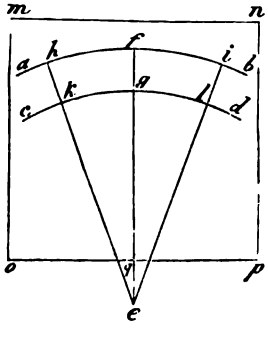
Fig. 176.



Ist *hi* ein Kreisbogen, dessen Mittelpu so kann der Winkel *abe* unmittelbar abg Da aber *bae* einen Rechten bildet, und d Abstand der beiden Visirpunkte gemessen z mag, so sind wir auch im Stande, *ae* berechnen. (*ae* = *ab*. *tg*. *abe* und *be* = Mißt nun ein Gehilfe den Abstand der Mitte der Vorderfläche der Hor nem der beiden betrachteten Punkte, nämlich *ka* oder *lb*, so giebt der l *ae* und *ka* die gesuchte Größe *ke* oder der von *be* und *lb* den Werth v

Das Verfahren, dessen ich mich bediente, wurde schon von Volk Mile [4]) zu anderen Untersuchungen gebraucht. Man zeichnet zwei concen gen *afb* und *cgd* (Fig. 177.), deren und *eg* bekannt sind, auf eine vol Holzplatte *mnpo*, die kürzer als *ef* i unter sich gleichen Bogentheile *hf* und und *gl* ab und zieht die Halbmesser *eli*. Denken wir uns nun, es seien genstände in *h*, *f*, *i*, *k*, *g* und *l* senkr so werden sich die Bilder von *k* und *h* und *i* nur dann decken, wenn die Seh

Fig. 177.



[1]) Burow, a. a. O S. 21.
[2]) Abbildungen desselben finden sich b a.a.O. Taf. II. Fig. 5. u. bei Burow
[3]) Volkmann, a. a. O. S. 35. 36.
[4]) Mile in Poggendorff's Anna Leipzig, 1838. 8. S. 217.

ıfe der entſprechenden Halbmeſſer *ekk*, *egf* und *eli* zuſammenfallen und die Bogen in- b der Grenzen der gewöhnlichen Sehweite liegen. Setzen wir voraus, der Kopf völlig unbeweglich und die Sehachſe ſteht im Anfange in der Richtung *efg*, ſo ſich die Deckung von *k* und *k*, ſo wie von l und *i* nur dann wiederholen, wenn wie- die Augenachſe in den Richtungen der Halbmeſſer *ekk* und *eli* liegt, d. h. wenn nehpunkt des Geſichtswerkzeuges mit dem Mittelpunkte *e* zuſammenfällt. Da nun ige von dieſem bekannt iſt, ſo handelt es ſich nur darum, jene Stellung des Au- finden und den Abſtand der Mitte der Vorderfläche der Hornhaut von dem ge- n Punkte *e* zu meſſen.

Man kann ſich bald überzeugen, daß der frei gehaltene Kopf bei der geringſten Ge- eit zu ſchwanken beginnt. Man bedient ſich daher hier derſelben Vorrichtung, die uch zur Verfertigung von Daguerreotypportraiten gebraucht, um jede Verrückung des tes ſo ſehr als möglich zu verhüten. Hat nun der Menſch die Lage, in welcher nehpunkt ſeines Auges mit *e* zuſammenfällt, gefunden, ſo betrachtet er eines der gsbilder, z. B. *g*. Ein Gehilfe ſtellt gleichzeitig das Fadenkreuz eines Fernroh- ein, daß deſſen Durchſchnittspunkt die Mitte der Vorderfläche der völlig im Pro- henen Hornhaut deckt. Hat ſich der Beobachter entfernt, ſo legt man einen lab an *q* in der Richtung *egf* an. Der Punkt *e* iſt von vorn herein bekannt. rt aber, den der Kreuzungspunkt der Fäden des Fernrohres anzeigt, giebt die es vorderen Endpunktes der Sehachſe an. Man findet daher unmittelbar die Entfernung der beiden genannten Stellen.

ieſe Vorrichtung gewährt einen doppelten Vortheil. Man vermeidet alle Winkel- g, und kann die wagerechte oder die ſenkrechte Drehung prüfen, je nachdem man rett *mnpo* in die eine oder die andere Lage bringt. Ich hatte nur ſehr ſeine adeln in den von mir gemachten Beobachtungen aufgeſtellt. Man könnte aber die grenzen der ganzen Vorrichtung bedeutend vermindern, wenn man die genaue De- ier Bilder durch die Auswahl anderer Betrachtungspunkte verſchärfen wollte.

Die Achſen der einzelnen Brechungskörper wechſeln von Auge zu Auge, 3317
die in der Sehachſe beſtimmte Dicke von ihnen ſteht in keinem be- gen Verhältniſſe zur Augenachſe. Die Kryſtalllinſe führt in dieſer ung zu den größten Abweichungen. Da dieſer Umſtand nicht bloß für eſtimmung der Lage des Drehpunktes, ſondern auch für manche zu betrachtende optiſche Fragen von Bedeutung iſt, ſo wollen wir das ausführlicher entwickeln.

alten wir uns an das Auge einer 30jährigen Frau, das Krauſe r gemeſſen und abgebildet hat [1]), ſo glich die Achſe der Hornhaut der wäſſerigen Feuchtigkeit $^1/_{9,3}$, der Kryſtalllinſe $^1/_{3,3}$ und des Glas- $^1/_{1,9}$ der Augenachſe. Die Mitte von dieſer lag hier $^1/_{20,4}$ der achſe oder in abſolutem Maaß 1,1 Mm. hinter der Mitte der Hin- e der Linſenkapſel. Das zweite von demſelben Forſcher beſtimmte eines 30jährigen Mannes dagegen ergab $^1/_{27,5}$ der Augenachſe für ſe der Hornhaut, $^1/_{8,7}$ für die wäſſerige Feuchtigkeit, $^1/_{3,3}$ für die llinſe und $^1/_{1,5}$ für den Glaskörper. Die Mitte der Augenachſe be- ich hier um $^1/_{6,2}$ derſelben oder abſolut um 3,9 Mm. hinter der fläche der Linſenkapſel [3]). Man ſieht hieraus, daß die Linſe keinen punkt geben kann, weil die auf ſie bezogene Lage des Drehpunktes s Drei- bis Vierfache in zwei verſchiedenen Augen zu ſchwanken

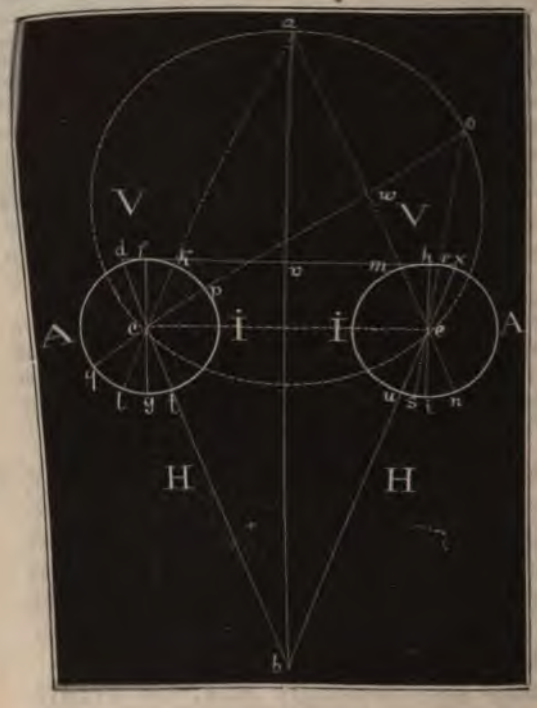
---

[1] Krauſe, a. a. O. Taf. II.
[2] Krauſe, a. a. O. Taf. III.
[3] Dieſe Werthe ſind nach den Zeichnungen und dem beigefügten Maaßſtabe berechnet. Sie ſtimmen faſt genau mit den Maaßen, die Krauſe ſelbſt in Zahlen angegeben hat.

im Stande ist. Es läßt sich höchstens behaupten, daß der Ort de
wenn er in der Mitte der Augenachse liegt, in den Bereich des
körpers und mithin hinter die Linse falle.

318 **Gleichzeitige Bewegung beider Augen.** — Die Trenn
ebene des Kopfes ist die von der Stirn nach dem Kinn gehende

Fig. 173.



Fläche, die das Ganze i
gleiche Hälften, eine
und eine linke, theilt, d
gesichtsfläche dagegen di
falls von oben nach un
hende ideale Ebene,
die Trennungsebene de
pfes in jeder Beziehung
winklig schneidet. Dies
ausgesetzt, so soll *ab*, Fig
eine gerade Linie, die
Trennungsfläche des
in der Höhe der beide
punkte *c* und *e* liegt,
eine in der Angesichtsf
findliche Gerade, die
selben Höhe verläuft
Die Bahnen der Ach
Augenhöhlen *db* und
hern sich wechselseiti
hinten. Sollen die Seh
achsen *dt* und *xu* ihre
tungen nach mit jenen
menfallen, so werden d
achsen *fg* und *hi* un
ander parallel sein (§. 3286.). Beide Augen können dann keine
mit größter Schärfe gemeinschaftlich betrachten (§. 3270.).

3319 Rollte eine jede Sehachse mit ihrem vorderen Ende nach au
daß ihr Parallelismus in eine Divergenz überginge, daß beide z
den Richtungen *dt* und *xu* zu stehen kämen, so würden sich ih
längerungen hinter den Gesichtswerkzeugen schneiden. Die Mitten
tiefungen der beiden gelben Flecke *t* und *u* wären daher in keine
im Stande, das Bild des gleichen Punktes aufzunehmen. Sol
geschehen, so müssen sich die Sehachsen unter allen Verhältniss
vorn gegen einander neigen.

3320 Wir wollen nun zuerst untersuchen, wie sich ihre Beziehun
stalten, wenn der Leuchtpunkt in der durch *ab* und *ce* bestimmten
z. B. des Papiers, auf dem Fig. 178. gezeichnet ist, liegt. Bef
sich in der Mittellinie *ab*, so müssen sich beide Sehachsen na
wenden, damit sie in *kl* und *mn* zu stehen kommen. Behalten
den Ort der Spiegelung im Auge und lassen wir andere spät

suchtende Nebenumstände bei Seite, so wird sich noch das Gleiche wiederholen, wenn wir den Leuchtpunkt nach w versetzen. Wir haben hier eine doppelte Drehung nach Innen oder, da die Mittellinie ab unsere Bezeichnungen bestimmt, zwei gleichbenannte, aber entgegengesetzte Richtungen.

Rückt dagegen der Leuchtpunkt jenseit ae oder ac, z. B. nach o, so 3321
müssen die beiden Sehachsen die Stellungen pq und rs einnehmen. Legen wir die parallelen Linien fg und hi zum Grunde, so rollt die eine fg nach innen und die andere rs nach außen. Wir erhalten hier ungleich benannte, aber entsprechende Richtungen.

Wir sehen hieraus, daß der Blick nach vorn und der nach der Seite 3322
wesentlich verschiedene Stellungen voraussetzen. Die Vordertheile der Augen convergiren in dem ersteren Falle. Der zweite verlangt dafür, daß das eine Auge nach innen und das andere nach außen geht und daß der Grad, in dem dieses geschieht, ungleich ausfällt, weil sonst der Parallelismus der Sehachsen nicht gestört und hiermit die Grundbedingung der Ganzen aufgehoben würde.

Wir wollen nun untersuchen, wie sich die Sehachsen bei den entspre- 3323
chenden regelmäßigen Seitenbewegungen der beiden Augäpfel verhalten. Liegt der Leuchtpunkt an irgend einer erreichbaren Stelle der Mittellinie ab, z. B. in a, und sollen sich in ihm die Sehachsen schneiden, so muß kl oder kl eben so sehr von der parallelen Lage fg, wie an oder mn von hi abweichen, weil c eben so weit von der Mittellinie ab als e absteht. Es sind mithin die Bogen fk und mh und die Winkel ace und aec unter einander gleich, weil fce und hec der Natur der Sache nach 90^0 betragen. Wendet sich dann der Blick seitwärts nach o, so muß die Sehachse pq von kl um eben so viel nach innen, wie rs von mn nach außen abweichen, wenn beide Augen die gleichen Winkelbewegungen vornehmen sollen. Es wird daher der Winkel $acw = weo$ sein. Da nun aber $cwe = acw + caw = weo + woe$ ist, so folgt, daß auch $cae = coe$, d. h. sollen die gemeinschaftlichen Bewegungen beider Augen gleichförmig bleiben, so müssen sich die Verlängerungen der beiden Sehachsen unter allen Verhältnissen unter den gleichen Winkeln schneiden.

Die Fortsetzungen der Sehachsen ac und ae oder oc und oe bilden 3324
Dreiecke, die den gegenseitigen Abstand der beiden Drehpunkte, nämlich ce zur Grundlinie haben. Sind nun die Durchschnittswinkel cae und coe unter einander gleich, so können wir sie als Peripheriewinkel eines Kreises ansehen, der durch c und e geht, in dem mithin ce eine gemeinschaftliche Sehne bildet. Die Zahl der Kreise ist unendlich groß, so lange nur c und e gegeben sind. Haben wir dagegen auch den Ort des Leuchtpunktes a oder o, in dem sich die Sehachsen in der Wirklichkeit kreuzen, so ist er auch als $aoec$ bestimmt. Wir sehen hieraus, daß alle entsprechenden Leuchtpunkte, a, o u. s. f. in einem und demselben Bestimmungskreise liegen müssen, so wie sich beide Augen entsprechend bewegen und ihre Sehachsen in dem Lichtpunkte selbst schneiden sollen.

Die meisten Schriftsteller leiten diesen Satz aus der Annahme der Nothwendigkeit

raden Augenmuskels die Gegenwirkung eines schiefen nöthig
l.), so müßten schon hier drei der Augenmuskeln in Anspruch ge-
rden. Die Hauptwirkung kommt dem geraden inneren zu.
er diesem der untere schiefe Muskel in geringem Maaße ent-
nüßte der untere gerade ausgleichend wirken, damit die voll-
gerechte Bewegung nach innen möglich würde.

er Leuchtpunkt immer noch in der Mittellinie, aber höher als 3328
b und *de* bestimmte Ebene, so müssen die Sehachsen beider
rechend nach oben und innen gewendet werden. Der obere,
gerade und der untere schiefe Muskel können dann den Forde-
jedes Auge genügen.

t sich der aufgefaßte Gegenstand seitlich, z. B. in *o*, und 3329
innerhalb der durch *ab* und *de* bestimmten Ebene, so wird
em der äußere gerade des einen und der innere des anderen
nmenziehen. Der untere schiefe und der untere gerade oder
hräge und der obere gerade könnten hier wieder mit ihren
gen eingreifen.

nere gerade Muskel des einen Auges muß seine Sehachse um 3330
fp, der äußere des anderen dagegen um den kleineren Bogen
79.) rollen. Die Länge *oe* verhält sich aber zu *oc* wie der
Bogens *fp* zu dem Cosinus des Bogens *hr*. Es wird sich
r Norm gemäß der innere gerade Muskel des einen Auges
irzen müssen, als der äußere gerade des anderen. Liegt der
er oder tiefer, als die durch *ab* und *de* bestimmte Ebene, so las-
einzelnen Muskeln, die eine bestimmte Bewegung nöthig haben,
geln, auf denen man sich die Wirkungsrichtungen aller Muskeln
te der Enden der Augenachsen bezeichnet, ermitteln.

eisten Menschen sind nicht im Stande, die Divergenz ihrer 3331
die ohnedies das genaue Sehen hindern würde, beliebig ein-
die Fälle, in denen dieses vorgekommen ist, gehören zu den
snahmen. Man kann dagegen bisweilen jene Stellung in
wahrnehmen. Die Augen richten sich zwar oft im Augen-
inschlafens nach innen und oben. Weckt man dagegen einen
der längere Zeit auf dem Rücken liegend geschlafen hat, so
ß die Lage seiner Gesichtswerkzeuge unverändert bleibt, so
in Einzelfällen bemerken, daß die Hornhäute nicht parallel,
as nach außen und oben stehen. Personen, die mit halb-
en schlafen, geben nicht selten zu ähnlichen Beobachtungen
g. Sie lehren jedoch zugleich, daß die Augen im Schlafe die
n Stellungen einnehmen können und daß wahrscheinlich die
es Menschen und die Traumbilder diesen Wechsel bestimmen
urtual [1]) bemerkte ebenfalls die Divergenz an einer Blinden,

---

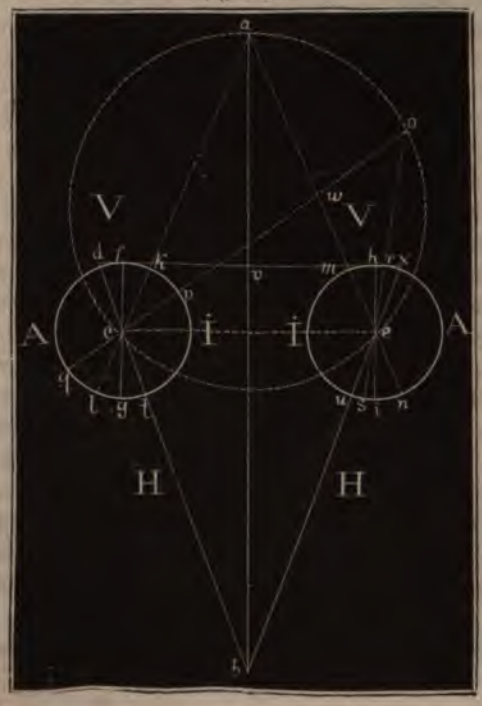
l, in Ammon's Monatsschrift für Medicin, Augenheilkunde und Chi-
l. I. Dresden und Leipzig, 1838. 8. S. 238. De functionibus nervorum ce-
et n. sympathici. p. 107. Melchior, a. a. O. S. 55. C. G. Th. Ruete,
ersuchungen und Erfahrungen über das Schielen und seine Heilung.
1841. 8. S. 52.

der sogenannten Identität der beiden Netzhäute, die uns bei dem Einfachsehen gen wird, ab. Die, welche auf die Verhältnisse des Schielens genauer eingeh jene Lehre als eine unumstößliche Wahrheit voraus und gründen auf sie den Theil der übrigen Darstellung. Da sich aber manche Zweifel gegen diese Leh wir später finden werden, erheben lassen, so habe ich den Gegenstand hier sowe der Untersuchung der Verhältnisse des Schielens allgemein und ohne irgend ei Annahme durchzuführen gesucht.

3325 Die geradlinige Wendung von oben nach unten führt nicht Unterschiede, den der Seitenblick darbietet, weil die Trennungsc Kopfes ihre Beziehungen nicht bestimmt. Es müssen beide Au oben oder beide nach unten rollen, je nachdem der Leuchtpunkt ü unter der durch *ab* und *ce* gegebenen Fläche liegt.

3326 Die einzelnen Theile der beiden Augen und der Augenmuskeln sich symmetrisch zu beiden Seiten der Mittellinie *ab* (Fig. 179.). wir uns, das eine Auge sei auf das andere gelegt, daß *hiA* trifft, so würden sich die beiden oberen und eben so die beiden un raden Augenmuskeln vollständig decken, wenn sie genau um 90° inneren und dem äußeren abständen. Da sie aber jenem etwas diesem liegen (§. 3295.), so wird sich der eine obere oder unte um eben so viel von der Mittellinie nach der einen Seite, wie gleichnamige nach der anderen entfernen. Dasselbe wiederholt si schiefen Muskeln. Jede Seite wird endlich einen inneren und ei ßeren geraden enthalten. Alle sechs Augenmuskeln sind zwar en aber entgegengesetzt gelagert. Die oberen und die unteren zeig ser Hinsicht die unbedeutendsten, die schiefen verhältnißmäßig gr die inneren und di die größten Abweich

Fig 179.



3327 Blicken wir g vorn *V* (Fig. 179.), wir z. B. den Pu müssen sich mindeste den inneren gerad muskeln zusammenzi hen wir von der v ruhenden Lage auc kürzen sie sich um weil die Drehunge und *hm*, oder die *V* und *hem*, so wie gänzungen *kce* unt ter sich gleich sind. ten wir später jede Punkt, der in der *ab* liegt, so wird d wiederkehren.

Geht man von danken aus, daß jed

er Richtung *fg* unter allen Bedingungen liegen bleibt, so wird es nur eine
linie, nämlich die geradlinige Verlängerung von *fg* geben, in der sich der
auf der Stelle verräth. Könnte das unbewegliche Auge Bilder äußerer
zur Anschauung bringen, so würde jene einzige gleichsam regelrechte Stel-
Sehweite abhängen. Nehmen wir diese von dem Drehpunkte an, so müßte
Auge seine Sehachse aus der parallelen Lage so weit nach innen wälzen,
aus des Drehungsbogens dem Abstande des gesehenen Punktes von dem
es kranken Auges getheilt durch die Entfernung desselben von dem des ge-
. Alle anderen Bewegungen würden ungleichförmig ausfallen.
wir uns, daß die sämmtlichen Muskeln des einen Auges fehlen, daß sie
t sind oder sich gegenseitig unter allen Verhältnissen gänzlich aufheben, die
agegen thätig bleiben, so müßte ein vollständiges unbewegliches Schielen zu
ien. Das Gleiche würde sich wiederholen, wenn Ausschwitzungen den Aug-
ckbar befestigten. Alle diese Bedingungen gehören zwar nicht zu den Un-
sie dürften nur äußerst selten vorkommen.
uft sich hierbei häufig auf einen von Wrisberg beobachteten Fall, den
itgetheilt hat. Das rechte Auge eines Mannes soll hier im Leben unbe-
außen gestanden haben. Die Leichenöffnung lehrte aber, daß der innere ge-
uskel fehlte, während der obere und der untere zu einer Masse verschmolzen
man voraus, daß alle vorhandenen Augenmuskeln nicht völlig gelähmt wa-
die angebliche Ruhe des Augapfels auf Täuschung beruhen. War dieses
, so lag der wesentliche Grund der Unbeweglichkeit nicht in der Abwesen-
en geraden Muskels, sondern in der Unthätigkeit der übrigen Verkürzungs-

unte auf den ersten Blick vermuthen, daß ein völlig erblindetes Auge ruhig
weil es ohnedies nicht die äußeren Eindrücke aufnehmen kann. Die Er-
legt aber diese Voraussetzung. Hat sich auch das eine Gesichtsorgan in
ichen Stumpf, in dessen Inneres kein Lichtstrahl dringen kann, verwandelt,
ch den Bewegungen des anderen Auges in gleichförmiger oder ungleichför-
Es kommt daher hier zu keinem unbeweglichen Schielen. Sind selbst beide
se Art erblindet, so kann das Gleiche wiederkehren.
Verhältnisse machen ein unvollständiges unbewegliches Schielen möglich.
un, die Augenachse *Ai*, Fig. 180., könne sich nur bis *r* verrücken, wäh-
e, dem *fg* angehört, gesund ist, so können die Gesichtswerkzeuge regelrecht
den, so lange sich die Leuchtpunkte zwischen *a* und *o* befinden. Liegen sie
nach der Seite *A*. so wird das rechte Auge still stehen und das linke schein-

die so große Staphylome hatte, daß sich die Orte der Hornhäut des Verschlusses des Augenlides erkennen ließen.

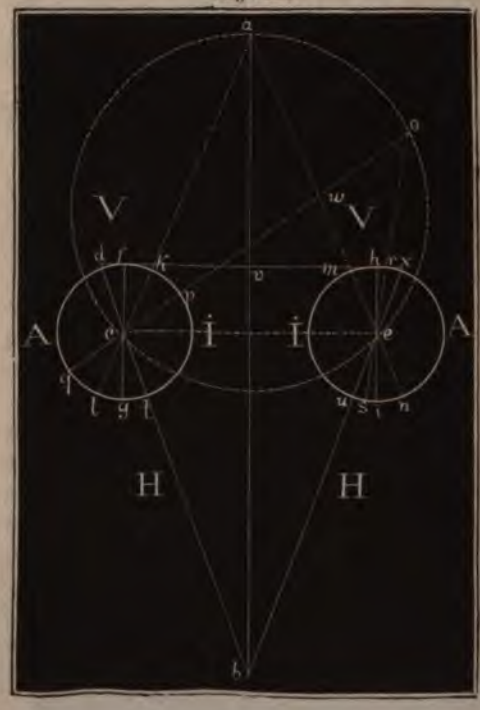
Regelwidrige Verhältnisse der Augenmuskeln. — Leidet ein an Ptosis des Augenlides, so bewegt sich noch meist der Augapfel nach oben ode auf eine dem anderen gesunden Sehorgane entsprechende Weise. Es wird daß häufig das Sehloch von dem oberen Augenlide bedeckt. Befiel hingegen die K beide Augendeckel, oder ist die Augenlidspalte wegen Verwachsung der Augenw eng und zu tief nach abwärts geneigt, so müssen natürlich die Augäpfel fortwähr unten gerichtet werden. Personen der Art suchen sich dadurch zu helfen, daß sie ren Theil ihres Gesichtes fast anhaltend nach oben und hinten neigen.

Hat der Gesunde seine Augenmuskeln in einer bestimmten Richtung einge behaupten die Sehachsen ihre einmal angenommene Lage, bis der Wille oder Grad von Ermüdung die Unbeweglichkeit beseitigen. Selbst Blinde können hi Sicherheit in der Wirkung ihrer Augenmuskeln besitzen.

Es kommt dagegen ausnahmsweise vor, daß die Ruhe des Auges verlo Strengt sich ein Mensch in hohem Grade an, Gegenstände, die jenseit oder d ner mittleren Sehweite liegen, scharf aufzufassen, so kann man schon häufig e ches Schwanken seiner Sehachsen wahrnehmen. Dasselbe wiederholt sich, w Verlegenheit kommt oder wenn andere Gemüthsbewegungen Muskelzittern ve Der Zustand, den die Augenheilkunde mit dem Namen des Augenzuckens Nystagmus bezeichnet, geht aus einer auffallenden Steigerung dieses Wechsel Augenmuskeln hervor. Die Augäpfel bewegen sich dann fortwährend wagerech krummen Bahnen, als könnten ihre Verkürzungsgebilde in keinem Augenblicke gewicht wiederfinden.

Schielen. — Betrachten wir die Augenbewegungen des gesunden M finden wir, daß die Wirkungsgrößen der gleichzeitig thätigen Augenmuskel Entfernungen des Durchschnittspunktes der Sehachsen von den Drehpunkten Liegt z. B. der Leuchtpunkt in der durch *ab* und *ce*, Fig. 180., bestimmten

Fig. 180.



in dem Verlaufe der M so muß jedes der bei gleich weit nach innen ge den, weil *ac* eben so gr oder *fk* gleich *hm* ist. Gegenstand seitlich in *o*, eine Augapfel einen verh größeren Bogen *fg* nach der andere einen kleinere ßen beschreiben (§. 33 Schielen besteht nur in rung dieser Verhältnisse. achsen liegen nicht im Zu ligen Gleichgewichtes wie parallel. Sie neigen sic nach vorn, wie *kl* und und *mn* bei dem Schiele nen und weichen nach vo ander, wie *dt* und *hi* u. *xu*, bei dem Schielen

Denken wir uns, das schiele nach innen, so roll Augapfel, wenn er *a* sehe den Kreisabschnitt *hm*. D des linken dagegen steht Richtung *op*, sei es, daß in demselben Augenblicke ren Bogen *fp* beschrieb o schon von der Bewegung innen in *kl* stand und

nie, nämlich die geradlinige Verlängerung von *fg* geben, in der ſich der
uf der Stelle verräth. Könnte das unbewegliche Auge Bilder äußerer
ir Anſchauung bringen, ſo würde jene einzige gleichſam regelrechte Stel-
Sehweite abhängen. Nehmen wir dieſe von dem Drehpunkte an, ſo müßte
uge ſeine Sehachſe aus der parallelen Lage ſo weit nach innen wälzen,
us des Drehungsbogens dem Abſtande des geſehenen Punktes von dem
s kranken Auges getheilt durch die Entfernung deſſelben von dem des ge-
Alle anderen Bewegungen würden ungleichförmig ausfallen.
ir uns, daß die ſämmtlichen Muskeln des einen Auges fehlen, daß ſie
ſind oder ſich gegenſeitig unter allen Verhältniſſen gänzlich aufheben, die
igegen thätig bleiben, ſo müßte ein vollſtändiges unbewegliches Schielen zu
n. Das Gleiche würde ſich wiederholen, wenn Ausſchwitzungen den Aug-
bar befeſtigten. Alle dieſe Bedingungen gehören zwar nicht zu den Un-
ie dürften nur äußerſt ſelten vorkommen.
ft ſich hierbei häufig auf einen von Wrisberg beobachteten Fall, den
getheilt hat. Das rechte Auge eines Mannes ſoll hier im Leben unbe-
ußen geſtanden haben. Die Leichenöffnung lehrte aber, daß der innere ge-
skel fehlte, während der obere und der untere zu einer Maſſe verſchmolzen
nan voraus, daß alle vorhandenen Augenmuskeln nicht völlig gelähmt wa-
die angebliche Ruhe des Augapfels auf Täuſchung beruhen. War dieſes
ſo lag der weſentliche Grund der Unbeweglichkeit nicht in der Abweſen-
n geraden Muskels, ſondern in der Unthätigkeit der übrigen Verkürzungs-

ite auf den erſten Blick vermuthen, daß ein völlig erblindetes Auge ruhig
eil es ohnedies nicht die äußeren Eindrücke aufnehmen kann. Die Er-
egt aber dieſe Vorausſetzung. Hat ſich auch das eine Geſichtsorgan in
hen Stumpf, in deſſen Inneres kein Lichtſtrahl dringen kann, verwandelt,
) den Bewegungen des anderen Auges in gleichförmiger oder ungleichför-
Es kommt daher hier zu keinem unbeweglichen Schielen. Sind ſelbſt beide
e Art erblindet, ſo kann das Gleiche wiederkehren.
erhältniſſe machen ein unvollſtändiges unbewegliches Schielen möglich.
n, die Augenachſe *ki*, Fig. 180., könne ſich nur bis *r* verrücken, wäh-
. dem *fa* angehört. geſund iſt. ſo können die Geſichtswerkzeuge regelrecht

Viele Schielende leiden aber an keinen Fehlern der Art. Sind ihre Augenmuskeln richtig angeheftet und können sie vollkommen frei spielen, so müssen wir den Mangel an Uebereinstimmung in einer Störung der regelrechten Längenbeziehungen oder der geordneten Kraftwirkungen suchen. Ist der eine Muskel zu kurz, zieht er sich aber an und für sich eben so stark und mithin seiner geringeren Länge wegen verhältnißmäßig weniger zusammen, so können die beiderseitigen Augenbewegungen die gewöhnlichen Beziehungen nicht darbieten. Ist umgekehrt Alles, wie es soll, gebildet, verkürzt sich aber der eine Theil stärker, als der andere, so muß wiederum ein regelwidriges Verhältniß herbeigeführt werden.

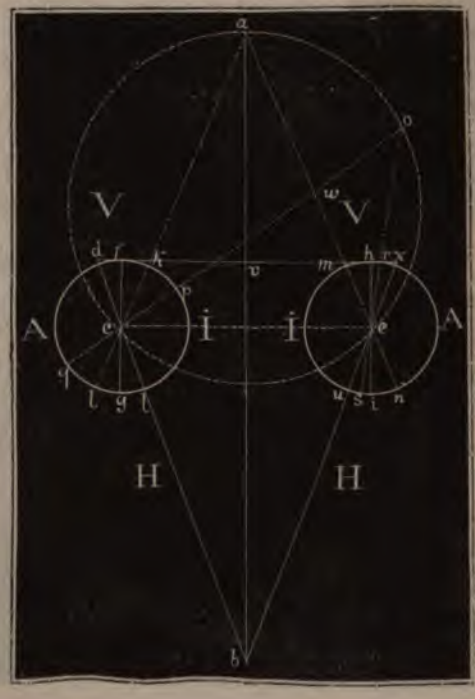
Sollen wir beide Sehachsen so richten, daß sie sich in den am schärfsten gesehenen Punkte schneiden, so ist immer eine gewisse, wenn auch unbewußte Berechnung der Nervenwirkung nothwendig. Fehlt diese, so wird sich auch das Schielen von selbst einfinden. Es kommt dann vor, daß ein Mensch, dessen Augenstellung für eine unendliche Entfernung den regelrechten Verhältnissen entspricht, seine Sehachsen schielend stellt, d. h. seine inneren geraden Muskeln ungleichförmig zusammenzieht, so wie er einen näheren Punkt betrachten will. Sehr reizbare Personen, die sonst nicht schielen, verfallen bisweilen in diesen Fehler, so wie sie in Angst oder Verlegenheit geratten. Hat dieses vorübergehende Schielen eine Zeit hindurch angehalten, so verharrt es meist später unter allen Verhältnissen. Wir finden dann eine bleibende regelwidrige Augenstellung.

Das schielende Auge kann nach innen, nach außen, nach oben, nach unten oder in einer schiefen Mittelrichtung abweichen. Stehen beide oder eine Sehachse zu weit nach innen, so haben wir ein convergirendes und in dem entgegengesetzten Falle ein divergirendes Schielen.

Man stößt am häufigsten auf regelwidrige Stellungen nach innen, nach oben und innen oder nach unten und innen. Die Abweichungen nach außen werden nächst ihnen am öftersten beobachtet, diejenigen dagegen, die nur die Verrückung nach oben oder unten betreffen, am seltensten.

Nehmen wir nun an, das linke Auge eines Menschen schiele nach innen, so daß sich seine Sehachse in pq, Fig. 181, befindet, wenn die des gesunden rechten Auges in hi liegt, so haben wir ein bloßes einäugiges Schielen. Der Bogen fp bildet dann einen regelwidrig hinzukommenden positiven oder negativen Werth für alle Bewegungen, die beide Augen gemeinschaftlich vornehmen. Er bleibt zugleich in der Regel seiner Größe nach beständig. Er kann jedoch auch in dem bloßen vorübergehenden krankhaften Schielen wechseln. Wir wollen den von ihm abhängigen Winkel $fep = \alpha$ den Schielwinkel nennen.

Fig. 181.



Wir werden in der Optik des Auges sehen, daß das schielende Auge schwächer als das gesunde ist und daher auch diesem gegenüber häufig vernachlässigt wird. Soll ein Leuchtpunkt scharf angesehen werden, so wird zunächst die Sehachse des regelrecht thätigen Auges auf ihn gerichtet. Die Abweichung kommt daher immer auf die Schuld des kranken Gesichtswerkzeuges. Läßt man aber solche Personen ihr besseres Auges schließen, so richtet sich die Sehachse des schielenden mit Leichtigkeit passend ein, während

es gesunden *m* weiter nach hinten. Er eignet sich auf diese Weise eine schiefe
des Kopfes, wie es Fig. 183. zeigt, an. Berücksichtigt man diesen Umstand,
m besonders hervorgehoben, nicht, so weiß man oft in dem ersten Augen-
t zu entscheiden, welches der beiden Augen ursprünglich krank ist.

Fig. 183.

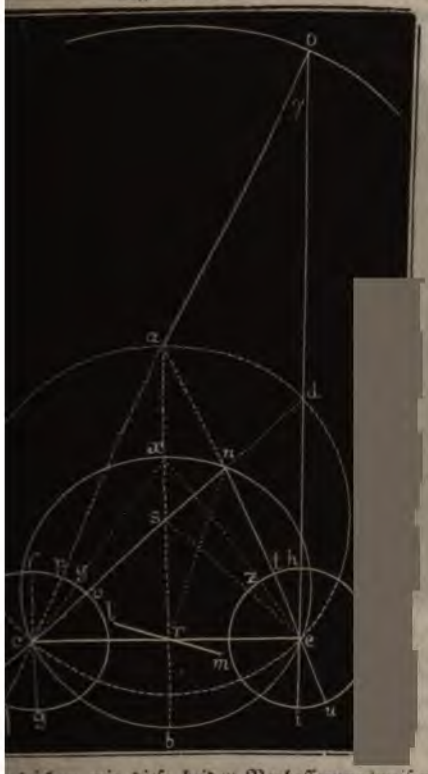


Fig. 184.

gleichen wir diese beiden Verbesserungsweisen unter einander, so finden wir, daß
ren Hauptpunkten übereinstimmen. Denken wir uns die Gleichgewichtslage, so
Sehachse des schielenden Auges in *pq* und die des gesunden in *hi*, Fig. 184.
sie sich um die gleichen Bogen *pv* und *th*, so schnitten sich ihre Verlängerungen
Schielt dagegen auch das rechte Auge, damit es den Punkt *s*, der zugleich in
ab liegt, erreicht, so muß es um den Schielwinkel *sen* = *fcp* weiter nach in-
egt werden. Der Durchschnittspunkt *s* rückt aber dann um *sn* dem kranken
iher.

eht der Mensch seinen Kopf, so daß *cc* in *lm* zu liegen kommt und *nr* zur
nie wird, so neigen sich beide Sehachsen unter gleichen Winkeln, so wie der Schie-
nen in der Linie *nr* oder deren Verlängerung befindlichen Punkt auffassen will.
ses möglich sein, so muß sich wieder das gesunde Auge um den Schielwinkel stär-
ürzen. Geht aber *c* nach vorn und *e* nach hinten, so wird der Abstand des
nittspunktes der Sehachsen von dem Drehpunkte für das kranke Auge verhält-
g kürzer und für das gesunde verhältnißmäßig länger. Wir werden aber in der
nden, daß das nach innen schielende Auge eine geringere Entfernung für das
utliche Sehen, als das gesunde besitzt. Die Verbesserung bezweckt daher nicht
ie symmetrischen Beziehungen des Kopfes und der Augen wiederherzustellen, son-
ch beide Gesichtswerkzeuge so sehr als möglich in's Gleichgewicht zu setzen. Die
können, wie sie sich nach Böhm auszudrücken pflegen, bequemer, ruhiger
dauernder sehen.

r Fehler, in den das gesunde Auge verfällt, beruht nur auf einer Art willkür-

[illegible] $= 2\alpha'$ war, so sehen wir, daß sich bei diesem einseitigen Schielen die Sehachsen unter einem Winkel schneiden, der den gleichen Winkel der regelrecht bewegten Augen um den Schielwinkel übertrifft.

Die drei Punkte n, c und e geben ebenfalls einen Bestimmungskreis. Er muß aber einen kleineren Halbmesser als der von a, c und e abhängige Kreis, der den gesunden Augen angehört, besitzen, weil beide die Sehne ce gemeinschaftlich haben und der Winkel cne größer als der Winkel cae ist.

Stellen wir uns vor, die Sehachse des schielenden Auges hätte die Neigung $nce = 90° - \alpha - \beta$ und die des gesunden die Neigung $nec = 90° - \alpha'$ eingenommen, damit sich die Sehachsen in n schneiden, so soll jetzt dieser Durchschnittspunkt nach der Seite des gesunden Gesichtswerkzeuges rücken, indem sich beide Augäpfel um den gleichen Winkel β wälzen. Der kranke Augäpfel geht dann nach innen und der gesunde verhältnißmäßig nach außen. Jener hat daher $90° - \alpha - \alpha' - \beta$ und dieser $90° - \alpha' + \beta$ als Neigungswinkel. Der Durchschnittswinkel ist daher wiederum $= \alpha + 2\alpha'$. Dasselbe wiederholt sich, wenn der Durchschnittspunkt der Sehachsen auf der Seite des kranken Auges liegt, weil dann die Neigung dieses $90° - \alpha - \alpha' + \beta$ und die des kranken $90° - \alpha' - \beta$ ist. Der Kreis nce ist daher wiederum der Bestimmungskreis für alle Durchschnittspunkte, sobald sich die beiderseitigen Gesichtswerkzeuge um gleich viel wälzen. Dieses einseitige Schielen erzeugt mithin einen kleineren gemeinschaftlichen Durchschnittskreis, als die regelrechte Bewegung der Augen.

Wir haben den Schielwinkel fcp in Fig. 184. so gezeichnet, daß er mit der ersten Bewegungsweise der gesunden Augen zusammenfiel, daß mithin $\alpha = \alpha'$ ist. Nun war der Winkel $cae = 2\alpha - 2\alpha'$ und $\gamma = \alpha$. Hieraus folgt, daß $\gamma = aed$ und $ac = ae$ sein muß, d. h. verlängern wir die Sehachse des nach innen schielenden und im Zustande des Gleichgewichtes befindlichen Auges, bis sie die gerade nach vorn gerichtete Sehachse des gesunden Auges schneidet, so trifft die Mittellinie ab jene Linie ac gerade in ihrer Mitte. Der Punkt a ist der Mittelpunkt des durch o, e und c gegebenen Kreises. Er entspricht zugleich demjenigen Punkte, in dem sich die Sehachsen der gesunden Augen schneiden, wenn sie sich beiderseits von dem Parallelismus aus um den Schielwinkel nach innen entfernen.

Machen wir die Bogen fp, pv und th unter sich gleich und eben so groß, als der Schielwinkel α ist, so entspricht die Stellung der Sehachsen cn und ne der gleichförmig nach innen auf die Mittellinie ab gerichteten Wendung der Sehachsen ac und ae der gesunden Augen. Der Winkel nce ist $= 90° - 2\alpha$ und der Winkel $nec = 90° - \alpha$. Daher cn größer, als ne. Da nun $sec = sce = 90° - 2\alpha$ ist, so muß auch cn länger als cs sein. Nehmen wir die beiderseitige Wendung nach innen beliebig an und nennen wir sie β, so wiederholt sich das Gleiche. Denn nce wird dann zu $90° - \alpha - \beta$, nec zu $90° - \beta$, cne zu $\alpha + 2\beta$ und cse zu $2\alpha + 2\beta$; d. h. ziehen sich die beiden gesunden Augen um gleich viel nach innen von ihrer Gleichgewichtslage aus zusammen, so schneiden sich die Sehachsen in einem Punkte a der senkrechten Mittellinie ab. Wiederholen das schielende und das gesunde Auge das Gleiche, so treffen sich die Augenachsen in einem Punkt n, der dem gesunden Auge näher als dem kranken liegt. Der Unterschied der beiderseitigen entsprechenden Abweichungen gleicht aber wiederum dem Schielwinkel.

Dieser Schluß erklärt uns zwei Eigenthümlichkeiten, die man häufig in solchen schielenden Menschen antrifft. Bewegt der Gesunde seine beiden Augen gleichförmig nach innen, so stimmt die Richtung der Sehachsen ac und ae mit den Beziehungen der Kopfstellung von selbst überein, weil ab die Mittellinie ist. Der Schielende verfällt aber in diesem Falle in einen Widerspruch, weil n jenseit ab und zwar dem gesunden Auge näher liegt. Soll dieses ausgeglichen werden, so stehen zwei Mittel zu Gebote.

1) Das gesunde Auge bewegt sich ebenfalls zu sehr nach innen. Seine Sehachse richtet sich nicht in ctu, sondern in cs, so daß der Durchschnittspunkt in x fällt. Man kann in der That häufig wahrnehmen, daß ein Mensch, der auf einem Auge nach innen schielt, geneigt wird, sich denselben Fehler an dem anderen anzueignen. Oder

2) der Kranke wendet den Kopf so, daß die Verbindungslinie der beiden Drehpunkte ce in der Verlängerung der Linie lm, die auf nr senkrecht ist, zu stehen kommt. Er legt daher gleichsam die regelrechte Mittellinie rt um den Schielwinkel $xru = fca = \alpha$, Fig. 184., um und richtet die Seite des schielenden Auges l weiter nach vorn

s gesunden *m* weiter nach hinten. Er eignet sich auf diese Weise eine schiefe es Kopfes, wie es Fig. 183. zeigt, an. Berücksichtigt man diesen Umstand, n besonders hervorgehoben, nicht, so weiß man oft in dem ersten Augen- zu entscheiden, welches der beiden Augen ursprünglich krank ist.

Fig. 183.

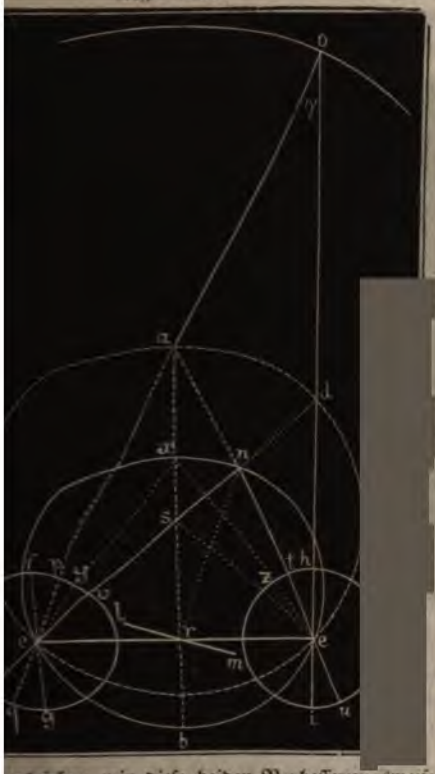


Fig. 184.

rgleichen wir diese beiden Verbesserungsweisen unter einander, so finden wir, daß ren Hauptpunkten übereinstimmen. Denken wir uns die Gleichgewichtslage, so Sehachse des schielenden Auges in *pq* und die des gesunden in *hi*, Fig. 184. sie sich um die gleichen Bogen *pv* und *th*, so schnitten sich ihre Verlängerungen Schielt dagegen auch das rechte Auge, damit es den Punkt *s*, der zugleich in *ab* liegt, erreicht, so muß es um den Schielwinkel *sen* = *fcp* weiter nach in- bogt werden. Der Durchschnittspunkt *s* rückt aber dann um *sn* dem kranken äher.

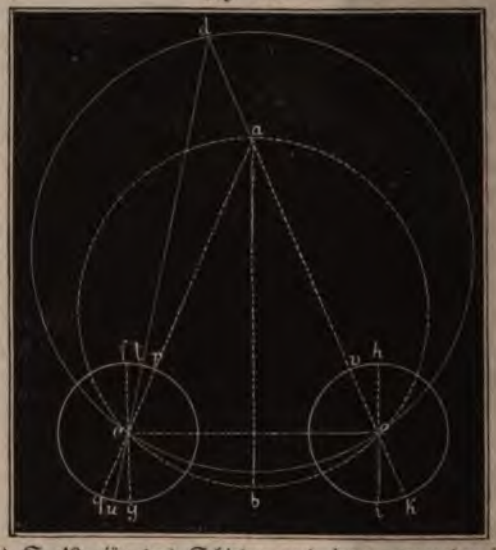
reht der Mensch seinen Kopf, so daß *cc* in *lm* zu liegen kommt und *nr* zur inie wird, so neigen sich beide Sehachsen unter gleichen Winkeln, so wie der Schie- inen in der Linie *nr* oder deren Verlängerung befindlichen Punkt auffassen will. ieses möglich sein, so muß sich wieder das gesunde Auge um den Schielwinkel stär- kürzen. Geht aber *c* nach vorn und *e* nach hinten, so wird der Abstand des chnittspunktes der Sehachsen von dem Drehpunkte für das kranke Auge verhält- ig kürzer und für das gesunde verhältnißmäßig länger. Wir werden aber in der finden, daß das nach innen schielende Auge eine geringere Entfernung für das deutliche Sehen, als das gesunde besitzt. Die Verbesserung bezweckt daher nicht die symmetrischen Beziehungen des Kopfes und der Augen wiederherzustellen, son- uch beide Gesichtswerkzeuge so sehr als möglich in's Gleichgewicht zu setzen. Die n können, wie sie sich nach Böhm auszudrücken pflegen, bequemer, ruhiger usdauernder sehen.

er Fehler, in den das gesunde Auge verfällt, beruht nur auf einer Art willkür-

licher Verbesserung, deren Nothwendigkeit mit der Beseitigung des Leidens des Gesichtswerkzeuges hinwegfällt. Man kann daher leicht irren und sogar un schaden, wenn man sich verleiten läßt, das ursprünglich gesunde Auge, gleich d ken, operativ zu behandeln.

Wir werden in der Lehre vom Sehen kennen lernen, welchen Einfluß die Verhältnisse auf das Schielen nach innen ausüben und wie demgemäß die Un an einem Auge bleibender wiederkehrt oder zwischen beiden wechselt.

Fig. 185.



Wir wollen nun a ein Mensch schiele a Auge nach außen, so die Sehachse um den Bogen *fi*, Fig. 185., nen bewegt, wenn de um den größeren *vh* rollt. Der Winkel *v* sei $= \alpha$ und $fei = \beta$, gung des gesunden A *dee* wird dann $90° -$ des kranken oder *dce* folglich der Durchschn *cdea* $+ \beta$ betragen. D schnittswinkel der gesu gen oder *cae* gleicht (S. 39.). Da nun als α ist, so muß auch ßer als $\alpha + \beta$ sein, Durchschnittspunkt *d* ter hinaus, als α und der Seite des krank Wiederholt man das V das S. 40. für das Schielen nach innen angegeben ist, findet man, daß d schnittspunkte der Sehachsen bei den gleichförmigen Wendungen nach innen und au durch *d*, *c* und *e* gegebenen Bestimmungskreise bleiben. Das Schielen des ein nach innen erzeugt mithin einen Durchschnittskreis, der kleiner, und das n einen solchen, der größer, als der der gesunden Augen ist. Die Umkehrung d hungen, die wir für den ersteren Fall S. 40. entwickelt haben, ergiebt sich dann

Das Schielen nach innen, außen, oben oder unten verräth sich auf der St die Unrichtigkeit des Blickes. Manche Forscher [1]) haben aber noch eine Art schielen, bei dem dieses nicht der Fall sein soll, angenommen und es der ungl Verkürzung eines oder der zwei schiefen Augenmuskeln zugeschrieben. Denkt

Fig. 186.

diese Muskeln befänden sich an beid im Gleichgewicht, so werden *c* und 186., übereinstimmend liegen, näm einen Auges in einer Linie mit *d* ten fallen und *e* des einen dem d deren parallel laufen. Ist dagegen schiefe Muskel oder sind beide gleic verkürzt, so hört jene Harmonie a vorzüglichste Zeichen, welches dieses V räth, soll in der Wahrnehmung von bildern bestehen, während die Sehac ihre regelrechte Stellung behaupten nern wir uns aber dessen, was fr das Zusammenwirken der Augenmu die Beziehungen der Drehungsachsen fen Muskeln zu den Sehachsen

[1]) Ruete, Ueber das Schielen. S. 50 — 52. und dessen Lehrbuch der Ophtha Braunschweig, 1845. 8. S. 649.

rden, so können wir mit Recht bezweifeln, ob je ein reines Nadschielen, das von kei- m falschen Blicke begleitet ist, vorkommen kann.

2. Optische Vorbegriffe.

Wesen des Lichtes. — Newton und dessen Nachfolger nehmen 3232
, daß Theilchen eines eigenen unwägbaren Stoffes, welche der Leucht- rper auswirft, das Licht selbst bilden. Sie entfernen sich aber von ihm it sehr großer Geschwindigkeit (Bd. I. §. 250.). Begegnen ihnen hier- i fremdartige wägbare Massen, so ändern die anziehenden und abstoßen- n Kräfte der Molecüle derselben die Bahnen und die Geschwindigkeiten ner Leuchtpunkte. Da diese Vorstellung eigenthümliche Atome des Licht- ffes, die aus den leuchtenden Körpern kommen, voraussetzt, so nennt an sie auch die Ausfluß-, die Emissions-, die Emanations- er die Corpusculartheorie.

Descartes und vorzüglich Huyghens und Euler gingen von 3333
ner anderen Reihe von Grundgedanken aus. Sie stellten sich vor, daß ne besondere unwägbare Masse, der Aether, alle Räume des uns sicht- ren Weltalls durchdringt. Der leuchtende Stoff erzeugt eine Reihe von chwingungen, die sich in jenem Aether wellenartig verbreiten. Treffen e Erschütterungen unsere Netzhaut, so erhalten wir den Eindruck des jectiven Lichtes.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit (§. 3038.) eines Mittels hängt zu- 3334
ächst von dem Quotienten seiner Elasticität und seiner Dichtigkeit ab. Anhang
Da sich das Licht mit außerordentlicher Schnelligkeit weiter bewegt, so Nr. 125.
rgiebt sich von selbst, daß der Aether eine sehr bedeutende Elasticität der eine sehr geringe Dichtigkeit oder beide Eigenschaften zugleich be- tzen muß. Durchdringt er alle wägbaren Stoffe, so läßt sich schon ein hr niedriger Werth der Dichtigkeit von vorn herein erwarten.

Diese zweite Anschauungsweise heißt die Wellenlehre oder die 3335
ndulationstheorie des Lichtes. Die schon von Grimaldi[1]) im 7. Jahrhundert bemerkten und von Young, Fresnel, Frauenhofer nd Schwerd genauer verfolgten Interferenzerscheinungen lassen sich nach r leicht erklären, während sie viel Räthselhaftes für die Ausflußtheorie arbieten. Der erste Sieg, den die Wellenlehre davontrug, lag in diesen erhältnissen. Die Entdeckung der einfachen Polarisation durch Malus nd der elliptischen durch Brewster lieferten neue Thatsachen, deren rsachen nur die Wellenlehre in befriedigender Weise entwickeln konnte. resnel[2]) stützte auch dann diese Vorstellung mit der ganzen Kraft sei- es scharfsinnigen Geistes. Die mathematischen Leistungen von Cauchy nd Neumann führten die auf diesem Boden fußenden Forschungen esentlich weiter. Kann eine Theorie Entdeckungen voraussagen, so lie- rt sie einen neuen Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Richtigkeit, wenig-

[1]) Siehe Annales de Chimie et de Physique. Tome X. Paris, 1819. 8. p. 306—312.
[2]) Vergl. vorzüglich Fresnel in Poggendorff's Annalen. Bd. XXX. Ergänzungs- band. Leipzig. 1836. 8. S. 100 — 261.

stens eines Theiles ihrer Voraussetzungen. Die Wellenlehre leistete dieses für die sogenannte conische Refraction (§. 3395.), die Hamilton als mathematische Nothwendigkeit erkannt und Lloyd auf dem Wege des Versuches nachgewiesen hat.

3336 Hat ein Lichttheilchen, wie es die Ausflußtheorie annimmt, die Netzhaut getroffen, so verharrt der Eindruck eine Zeit lang, nachdem selbst die ursprüngliche Wirkung aufhörte. Wir werden später finden, daß eine zweite verschiedene Empfindung wenigstens erst nach $\frac{1}{30}$ Secunde aufgefaßt werden kann. Da aber ein Lichttheilchen, das von einem entfernten Gestirn ausströmt, 283 Millionen Meter in der Secunde durchläuft (Bd. I. §. 250.), so ergiebt sich von selbst, daß zwei Leuchtatome wechselseitig mehr als 9 Millionen Meter in gerader Richtung entfernt sein könnten, ohne daß sich ihr Abstand für unsere Gesichtsauffassung verrathen würde.

3337 Die Brechung, die ein Lichtstrahl bei seinem Eintritte in ein ablenkendes Mittel erleidet, bildet nach Newton die Folge der Anziehung, welche die Molecüle der zweiten Masse auf die Lichttheilchen ausüben. Die Geschwindigkeit der Bewegung vermehrt sich daher im Verhältniß der Größe der Ablenkung. Dieselbe Voraussetzung, auf die wir noch später zurückkommen werden, kann noch den Fall, in dem ein Strahl zur hinteren Seite des neuen Brechungsmittels gar nicht heraustritt, sondern gänzlich zurückgeworfen wird (siehe §. 3352.), befriedigend erläutern. Läuft ein Strahl in sein früheres Mittel zurück, so muß hier die abstoßende Kraft der Molecüle in dem Maaße, als die Reflexion überhaupt zu Stande kommt, die anziehende überwinden. Die Geschwindigkeit des rückkehrenden Strahles ändert sich aber nicht, weil seine Lichttheilchen mit den früheren Molecülen in Wechselwirkung treten.

3338 Da ein Strahl, der in eine neue Masse eintritt, zum Theil gebrochen und zum Theil zurückgeworfen wird, so sieht man leicht, daß die Atome desselben Körpers anziehend und abstoßend wirken müssen. Newton suchte diese Schwierigkeit durch die Erfindung gewisser bildlicher Anschauungsweisen zu umgehen. Seine sogenannten Anwandlungen beziehen sich auf diese Verhältnisse. Man denkt sich hiernach, daß jedes Atom des Brechungskörpers aus Kugelschalen, die wir der Reihe nach mit 1, 2, 3, 4, 5 u. s. f. bezeichnen wollen, besteht. 1, 3, 5, 7 u. s. w. werfen einen farbigen Lichtstrahl leichter zurück; 2, 4, 6, 8 dagegen lassen ihn eher durch. Das Körperatom enthält mithin abwechselnde Schichten, von denen sich die eine in der Anwandlung der Reflexion und die folgende in der der Refraction befindet. Andere suchten den Unterschied in den mannichfachen Seitenflächen und noch Andere in den gegenseitigen Entfernungen der Atome. Alle diese künstlichen Voraussetzungen, die im Grunde genommen Nichts erklären, sondern nur die Schwierigkeiten umschreiben, haben jetzt nur noch einen geschichtlichen Werth, weil jene Verhältnisse der gleichzeitigen Zurückwerfung und Durchdringung ohne alle Nebenhypothese von der Wellenlehre erklärt werden können.

3339 Ein und dasselbe Mittel lenkt die verschiedenartigen Strahlen in ungleichem Maaße unter sonst übereinstimmenden Bedingungen ab. Der eine

Molecül fortpflanzen. Jedes einzelne Aetheratom könnte aber nur ein in Folge eines Anstoßes erzittern (vergl. §. 3350.).

Besitzen die beiden Kugeln ungleiche Größen, so müssen sich auch die ältnisse ändern. Die stoßende geht, wenn sie kleiner als die zweite ist, k. Sie rollt dagegen in dem umgekehrten Falle weiter. Es werden aber in jedem Falle beide Kugeln auch nach dem Anstoße bewegt.

Geht ein Wellenzug aus einem dünneren in ein dichteres Mittel oder 3348
kehrt über, so haben wir ähnliche, wenn auch nicht vollkommen gleiche rinungen. Eine Welle läuft zurück. Sie wird, wie man sagt, zuwerfen. Eine zweite dagegen schreitet weiter. Sie wird, wie man usdrückt, gebrochen. Wir erhalten daher auch hier eine doppelte Beng. Es ergiebt sich aus den §§. 3345. und 3346. dargestellten Verssen, daß sich diese Wirkungen bei der Erschütterung der Molecüle ichtäthers, die verschiedene specifische Elasticitäten besitzen (§. 3345.), rholen müssen.

Die Hauptgesetze der Zurückwerfung und der Brechung des Lichtes 3349
sich aus den Wellenverhältnissen herleiten. Wir können bald ben, daß die gegenseitigen Beziehungen gewisser Functionen der Winelche die Lichtstrahlen mit dem Einfallslothe machen, denen der Fortungsgeschwindigkeiten oder der Wellenlängen entsprechen. Sie bleiir den zurückgeworfenen Strahl die gleichen, weil er in demselben r wie früher weiter geht. Der Zurückwerfungswinkel stimmt daher mit dem Einfallswinkel überein. Der Ablenkungswinkel dagegen unidet sich von ihm, weil der neue Wellenzug in einem Aether von er Elasticität dahinläuft.

Wir müssen das Brechungsgesetz, wie es die Wellenlehre auffaßt, 3350
betrachten, weil wir sonst die später zu untersuchenden Erscheinuner zweiachsigen, doppelt brechenden Körper in keiner genügenden auffassen könnten.

Ein Lichtstrahl, den wir erblicken, geht nicht aus der sich fortpflanErschütterung eines einzelnen Aethermolecüls hervor. Er besteht hr aus einer Reihe solcher Veränderungen, die in parallelen Richt vordringen. Wir müssen daher die Welle des Lichtstrahles n einzelnen elementaren Wellen, aus denen sie zusammenwird, unterscheiden. Erreicht eine Kugel einen sehr großen Umso können wir einen Theil ihrer Oberfläche ohne erheblichen Fehler als eine gerade Ebene betrachten. Nehmen wir nun an, die ebene Welle des Lichtstrahles $m\,m'\,k$, Fig. 187., berühre das zweite stärker brechende und mit gestreiften Linien angedeutete Mittel, so wird die erste elementare Welle schon an der Grenze m der beiden Aetherarten angelangt sein, wenn sich die dritte an dem Endpunkte n des von m auf nk gefällten Perpen-

Fig. 187.

dikels mn befindet. Während aber diese von n bis k fortschreitet, [illegible] m um den kleineren Halbmesser mo weiter, weil das neue stärker [illegible] Mittel eine geringere Fortpflanzungsgeschwindigkeit besitzt (§. 3346.) [illegible] zweite elementare Welle wird erst die Bahn $m'o'$ durchsetzt haben, [illegible] die dritte bei k anlangt. Es muß mithin die Tangente $oo'k$, [illegible] die einzelnen elementaren Kreiswellen berührt und auf ihren Halb[illegible] mo, $m'o'$ senkrecht steht, der ebenen Welle des gebrochenen Lichts im Augenblicke der Berührung entsprechen.

Da die Längen nk und mo die Fortpflanzungsgeschwindigkeit [illegible] beiden Mittel ausdrücken, so liefert ihr Quotient $\frac{nk}{mo}$ eine bes[illegible] Größe, die man mit dem Namen des Brechungscoefficienten [illegible] des Brechungsinder bezeichnet. Nun sind nmk und mko re[illegible] kelige Dreiecke. Wir erhalten daher $nk = mk \,.\, sin.\, nmk$ und mo [illegible] $sin.\, mko$. Der beständige Brechungscoefficient ist daher $\frac{nk}{mo} = \frac{sin}{sin}$ [illegible] Wir werden später sehen, daß dieses Ergebniß dem Snellin[illegible] Ablenkungsgesetze entspricht.

3351 Bricht das zweite Mittel stärker, als das erste, ist mithin di[illegible] pflanzungsgeschwindigkeit in jenem kleiner, als in diesem, so liegt [illegible] lich der Ablenkungscoefficient über 1. Der Winkel des gebrochenen [illegible] les fällt dann geringer, als der Einfallswinkel aus. Ist er [illegible] größer und steht der Brechungsinder unter 1, so lenkt das zweite [illegible] schwächer, als das erste ab.

3352 Man kann aus den §. 3348. erläuterten Erscheinungen schließ[illegible] jeder Lichtstrahl, der aus einem Aether in einen zweiten übergeb[illegible] Theils zurückgeworfen und anderen Theils gebrochen wird. Die Er[illegible] lehrt aber, daß er bei einer gewissen Neigung nur zurückgeworf[illegible] Diese Thatsache, welche die Ausflußlehre erklären kann (§. 3337) [illegible] eher einige Schwierigkeiten für die Wellenlehre dar. Fresnel [illegible] sie jedoch durch eine scharfsinnige und zum Theil gewagte Deut[illegible] mathematischen Endformel, die aber von Cauchy und Neuman[illegible] tigt wurde, zu beseitigen.

3353 Wir haben bis jetzt die Größe der Ablenkung nur von de[illegible] fischen Elasticitäten der beiden Aetherarten abhängig gemacht. Bi[illegible] das ausschließliche Bestimmungsglied, so müßten alle Farbenstral[illegible] gleicher Stärke in einem und demselben neuen Mittel abgelenkt [illegible] Wir werden später ausführlicher kennen lernen, daß dieses nicht [illegible] ist. Geht z. B. ein rother Strahl aus der Luft in ein Flintgl[illegible] bestimmten Sorte über, so gleicht sein Brechungscoefficient 1,62[illegible] violette hat dagegen 1,671 unter den gleichen Verhältnissen. [illegible] doch schon diese Schwierigkeit durch eine nicht unwahrscheinliche [illegible] setzung. Es kann nämlich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit trotz [illegible] schiedenheit der Wellenlängen oder der Farben nur dann bestän[illegible]

[illegible] F. W. J. Radicke, Handbuch der Optik. Bd. I. Berlin, 1839. 8.

Molecül fortpflanzen. Jedes einzelne Aetheratom könnte aber nur ein
[illegible] in Folge eines Anstoßes erzittern (vergl. §. 3350.).

Besitzen die beiden Kugeln ungleiche Größen, so müssen sich auch die
[illegible]hältnisse ändern. Die stoßende geht, wenn sie kleiner als die zweite ist,
[illegible]ück. Sie rollt dagegen in dem umgekehrten Falle weiter. Es werden
[illegible]n aber in jedem Falle beide Kugeln auch nach dem Anstoße bewegt.

Geht ein Wellenzug aus einem dünneren in ein dichteres Mittel oder 3348
[illegible]gekehrt über, so haben wir ähnliche, wenn auch nicht vollkommen gleiche
[illegible]cheinungen. Eine Welle läuft zurück. Sie wird, wie man sagt, zu-
[illegible]gewerfen. Eine zweite dagegen schreitet weiter. Sie wird, wie man
[illegible] ausdrückt, gebrochen. Wir erhalten daher auch hier eine doppelte Be-
[illegible]ung. Es ergiebt sich aus den §§. 3345. und 3346. dargestellten Ver-
[illegible]nissen, daß sich diese Wirkungen bei der Erschütterung der Molecüle
[illegible] Lichtäthers, die verschiedene specifische Elasticitäten besitzen (§. 3345.),
[illegible]derholen müssen.

Die Hauptgesetze der Zurückwerfung und der Brechung des Lichtes 3349
[illegible]en sich aus den Wellenverhältnissen herleiten. Wir können bald be-
[illegible]rken, daß die gegenseitigen Beziehungen gewisser Functionen der Win-
[illegible], welche die Lichtstrahlen mit dem Einfallslothe machen, denen der Fort-
[illegible]anzungsgeschwindigkeiten oder der Wellenlängen entsprechen. Sie blei-
[illegible] für den zurückgeworfenen Strahl die gleichen, weil er in demselben
[illegible]ber wie früher weiter geht. Der Zurückwerfungswinkel stimmt daher
[illegible]ch mit dem Einfallswinkel überein. Der Ablenkungswinkel dagegen un-
[illegible]scheidet sich von ihm, weil der neue Wellenzug in einem Aether von
[illegible]derer Elasticität dahinläuft.

Wir müssen das Brechungsgesetz, wie es die Wellenlehre auffaßt, 3350
[illegible]her betrachten, weil wir sonst die später zu untersuchenden Erscheinun-
[illegible]n der zweiachsigen, doppelt brechenden Körper in keiner genügenden
[illegible]eise auffassen könnten.

Ein Lichtstrahl, den wir erblicken, geht nicht aus der sich fortpflan-
[illegible]den Erschütterung eines einzelnen Aethermolecüls hervor. Er besteht
[illegible]elmehr aus einer Reihe solcher Veränderungen, die in parallelen Rich-
[illegible]ungen vordringen. Wir müssen daher die Welle des Lichtstrahles
[illegible]n den einzelnen elementaren Wellen, aus denen sie zusammen-
[illegible]setzt wird, unterscheiden. Erreicht eine Kugel einen sehr großen Um-
[illegible]ng, so können wir einen Theil ihrer Oberfläche ohne erheblichen Fehler
als eine gerade Ebene betrachten. Neh-

Fig. 187.

men wir nun an, die ebene Welle des Lichtstrahles $m\,m'\,k$, Fig. 187., berühre das zweite stärker brechende und mit gestreiften Linien angedeutete Mittel, so wird die erste elementare Welle schon an der Grenze m der beiden Aetherarten angelangt sein, wenn sich die dritte an dem Endpunkte n des von m auf nk gefällten Perpen-

dikels mn befindet. Während aber diese von
m um den kleineren Halbmesser mo weiter, we
Mittel eine geringere Fortpflanzungsgeschwindi
zweite elementare Welle wird erst die Bahn
die dritte bei k anlangt. Es muß mith
die einzelnen elementaren Kreiswellen be
mo, $m'o'$ senkrecht steht, der ebenen
im Augenblicke der Berührung entspr

Da die Längen nk und mo d ... zu dem
beiden Mittel ausdrücken, so l ... schon längst
... genügenden
Größe, die man mit dem Na ... zweite Poten
des Brechungsinder beze ... Akustik dagegen, die
kelige Dreiecke. Wir erhal ... war noch nicht im
$\sin mko$. Der beständi ... mit Sicherheit zu erhärte
... theoretischen Gründe stü
Wir werden später ... (§. 3335.) bemerkt, daß
Ablenkungsgesetze en ... der Wellenlehre bilden.

3351 Bricht das zw ... durchschauen, so müssen wir u
pflanzungsgeschwi ... klar machen.
lich der Ablenku ... Molecül geradlinig polarisirten
les fällt dan ... seiner Gleichgewichtslage a,
größer und ... b verrückt und dann sich se
schwächer, ... worden, so wird es mit gl

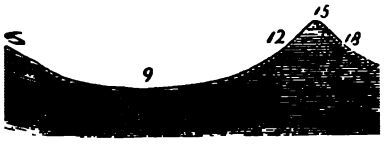
3352 Ma ... schleunigter Geschwindigkeit
jeder Li ... zurückkehren, mit verzögerter
Theils ... weiter schwingen, hierauf wie
lehrt ... schleunigter von c nach a un
Dies ... mals mit verzögerter Schne
ehe ... nach b laufen (§. 3032.) Di
sie ... keit muß immer beziehungsw
m ... größten und in b und c Null
t ... wir die Entfernungen von der

3353 ... ar oder pa, oa die Ausweichunge
... von diesen, nämlich ca und ab die

... uns die Zeit einer vollständigen, hin- un
... dem Bilde eines Kreises vor und theilen
... Bogenstücke bd, de, ef u. s. f., so befindet sich
... ersten Abschnittes in r, an dem des zweiten
... Die senkrechten Linien rd, qe, af u. s
... Geschwindigkeiten dar. Man nennt die Zeit
... die Schwingungsphasen. Die Geschwindi
... rd, qe, af u. s. f.) verhalten sich hiernach w
... Ausweichungen (oder die Abscissen ar, aq, u. s.

…er Schwingungsintenſitä-
…sweichungen und umgekehrt.
… Fortpflanzungsgeſchwindigkeit während 3361
… eines Theilchens abhängt und ſich die ent-
… Wellenlängen in den gleichen Schwingungs-
… befinden, ſo erhellt, daß wir alle für die Schwin-
Begriffe auf die Wellen ſelbſt übertragen können.
…, 9, 12, 15, Fig. 189., den ſenkrechten Durchſchnitt ei-

Fig. 189.



…he dar, ſo wird die eine Hälfte 3 bis 9 die **poſitive** und
…bis 15 die **negative Wellenphaſe** bezeichnen. 3, 9 und
kleinſten Geſchwindigkeiten und die gleichen größten Aus-
Dieſe ſind aber für 3 und 15 poſitiv und für 9 negativ.
…argeſtellten Verhältniſſe liefern den Schlüſſel zur Erklärung der 3362
…ſcheinungen. Denken wir uns, *A B*, Fig. 190., bezeichne die Linie,

Fig. 190.

in der ſich die um je eine ganze Wellenlänge abſtehenden Atome *b*, *c*, *d* im Zuſtande des Gleichgewichts befinden, ſo werden auch *b*, *c* und *d* gleich große

änderung mittheilt, wächst daher in demselben Verhältnisse, in dem die Oberfläche der Kugel zum Halbmesser derselben steht, d. h. gleich dem Quadrate der Entfernung. Bleibt die Summe der lebendigen Kräfte trotz der größeren Verbreitung dieselbe, so muß sich die Schwingungsweite der Aethermolecüle in demselben Maaße, als deren Menge zunimmt, verkleinern.

Drückt nun das Quadrat der Schwingungsweite die Stärke der Beleuchtung, die wir bemerken, aus, so ergiebt sich von selbst, daß der Helligkeitsgrad in umgekehrtem Verhältnisse zu dem Quadrate der Entfernung stehen muß. Die Optik suchte schon längst mit den ihr zu Gebote stehenden, aber freilich nicht ganz genügenden Hilfsmitteln zu beweisen, daß die Beleuchtung wie die zweite Potenz der Abstände der Lichtquellen schwächer wird. Die Akustik dagegen, die das Gleiche für die Stärke der Schallwellen annimmt, war noch nicht im Stande, jene Norm auf dem Wege des Versuches mit Sicherheit zu erhärten. Sie konnte sich nur auf die oben angeführten theoretischen Gründe stützen.

3358 Wir haben schon früher (§. 3335.) bemerkt, daß die Interferenzerscheinungen den Glanzpunkt der Wellenlehre bilden. Wollen wir aber hier die Grundverhältnisse durchschauen, so müssen wir uns noch die Bedeutung von einigen Ausdrücken klar machen.

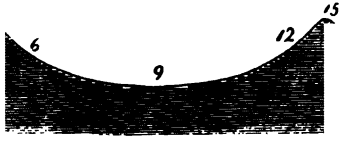
Nehmen wir an, ein Molecül geradlinig polarisirten Lichtes sei aus seiner Gleichgewichtslage a, Fig. 188., nach b verrückt und dann sich selbst überlassen worden, so wird es mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit von b nach a zurückkehren, mit verzögerter von a nach c weiter schwingen, hierauf wiederum mit beschleunigter von c nach a und endlich abermals mit verzögerter Schnelligkeit von a nach b laufen (§. 3032.) Die Geschwindigkeit muß immer beziehungsweise in a am größten und in b und c Null sein. Nennen wir die Entfernungen von der Gleichgewichtslage, mithin aq, ar oder pa, oa die **Ausweichungen**, so werden die größten Werthe von diesen, nämlich ca und ab die Schwingungsweite bestimmen.

Fig. 188.

3359 Stellen wir uns die Zeit einer vollständigen, hin- und hergehenden Schwingung unter dem Bilde eines Kreises vor und theilen diesen in gleichen Bogenstücke bd, de, ef u. s. f., so befindet sich das Molecül am Ende des ersten Abschnittes in r, an dem des zweiten in q, des dritten in a u. s. f. Die senkrechten Linien rd, qe, af u. s. f. stellen die entsprechenden Geschwindigkeiten dar. Man nennt die Zeitbogen bd, bf u. s. f. die **Schwingungsphasen**. Die Geschwindigkeiten (oder die Ordinaten rd, qe, af u. s. f.) verhalten sich hiernach wie ihre Sinus und die Ausweichungen (oder die Abscissen ar, aq, u. s. w.) wie Cosinus.

hten wir die Richtung der Schwingungen, so sind alle Zeit- 3360
dem Halbkreise *bfc* angehören, denen von *blc* entgegengesetzt.
t daher *bfc* die positive und *blc* die negative Phase
igung. Gehen wir von der Gleichgewichtslage *a* aus und
wiederum die Richtung der Entfernung von ihr auf, so wird
itive und *ac* die negative Ausweichung darstellen. Es
hieraus von selbst, daß die Geschwindigkeiten in den beiden
ranten positiv, in den beiden letzten dagegen negativ sind. Die
usweichungen gehören dem ersten und vierten, die negativen
n zweiten und dritten Quadranten an. Die größten Geschwin-
ie man auch mit dem Namen der Schwingungsintensitä-
net, haben die kleinsten Ausweichungen und umgekehrt.
ie Wellenlänge von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit während 3361
einer Schwingung eines Theilchens abhängt und sich die ent-
Molecüle zweier Wellenlängen in den gleichen Schwingungs-
r Reihe nach befinden, so erhellt, daß wir alle für die Schwin-
äuterten Begriffe auf die Wellen selbst übertragen können.
. 3, 6, 9, 12, 15, Fig. 189., den senkrechten Durchschnitt ei-

Fig. 189.



läche dar, so wird die eine Hälfte 3 bis 9 die positive und
9 bis 15 die negative Wellenphase bezeichnen. 3, 9 und
ie kleinsten Geschwindigkeiten und die gleichen größten Aus-
Diese sind aber für 3 und 15 positiv und für 9 negativ.
i dargestellten Verhältnisse liefern den Schlüssel zur Erklärung der 3362
rscheinungen. Denken wir uns, *A B*, Fig. 190., bezeichne die Linie,

Fig. 190.

in der sich die um je eine ganze Wellenlänge abstehenden Atome *b*, *c*, *d* im Zustande des Gleichgewichts befinden, so werden auch *b*, *c* und *d* gleich große positive oder negative

in $b' c' d'$ oder $b'' c'' d''$ die Maxima ihrer Schwingungsweiten
emselben Augenblicke besitzen. Ein Atom *f*, das nur um eine
nlänge, *bf* oder *fc*, entfernt ist, bietet eine eben so große,
gengesetzte Phase dar. Da sich nun die Beziehungen durch
e Multiplicationen nicht ändern, so können wir sagen, daß
atome gleich große Phasen von gleicher Bedeutung besitzen,
Abstände dem Doppelten, dem Vierfachen, dem Sechsfachen

einer halben Wellenlänge gleichen, oder wenn überhaupt ihre Entfern
einem geraden Vielfältigen dieses Werthes entspricht. Beträgt sie
gegen eine halbe, anderthalb, zwei und eine halbe Wellenlängen,
allgemein ausgedrückt, ein ungerades Vielfache derselben, so befinden
zwar immer noch die Molecüle in gleich großen, aber in entgegengese
Phasenverhältnissen.

3363 Stellen wir uns vor, zwei Wellenzüge, die gleiche Wellenlängen
bieten, die mithin derselben Farbe angehören (§. 3343.), wirken auf
Aetheratom gleichzeitig ein, so muß der Erfolg von ihrem gegenseiti
Abstande bestimmt werden. Gleicht dieser einem geraden Vielfältigen e
halben Wellenlänge oder 1, 2, 3, 4 Wellenlängen, so werden zwei
jeder Hinsicht gleiche Phasenbeziehungen in jedem Augenblicke thätig
Fig. 191. kann uns dieses für *a* näher versinnlichen. Die Schwingun

Fig. 191.

kraft wird verdoppelt
die Lichtstärke vergrö
werden. Entspricht
gegen ihre gegenseit
Entfernung einem un
raden Vielfachen ei
halben Wellenlänge, beträgt sie ½ 1½, 2½ Wellenlängen, so wir
gleichzeitig zwei Kräfte, von denen die eine eine positive und die zw
eine negative Ausweichung zu Stande zu bringen sucht. Beide Einfl
heben sich wechselseitig auf, wie es Fig. 192. *a* andeutet. Das Aet

Fig. 192.

atom bleibt daher
seiner Gleichgewic
lage. Es entsteht D
kelheit. Liegen en
die Abstände der
lenzüge beziehun
weise zwischen 0
½, so wird sich der Erfolg nach den Gesetzen der Mechanik, wie bei
Parallelogramm der Kräfte, finden lassen.

3364 Die Wellenlehre kann auf diese Weise ohne Schwierigkeit erklären,
es von den Nebenverhältnissen abhängt, ob Licht zu Licht addirt, verst
Helligkeit oder Dunkelheit giebt, ob sich die Wirkung der Aethermole
vergrößert oder auf dem Wege der Interferenz auslöscht.

3365 Nehmen wir an, zwei Wellenzüge, die um eine gewisse Wellenl
entfernt sind, arbeiten ungleichartig, so werden die Abstände der Interfe

Fig. 193.

orte *b*, *c*, *d*, Fig.
die Wellenlängen *b*
ausdrücken. Betra
man z. B. eine Licht
durch eine schmale Sp
und schiebt ein einfa
gefärbtes Glas vor,
erhält man Bilder, wie sie Fig. 194. darstellt. Man erblickt ein h

Fig. 194.

Feld in der Mitte. Die erleuchteten Seitenstücke werden dann durch dunkle Interferenzstreifen gesondert. Bleiben sich die übrigen Nebenbedingungen gleich, so wechseln die Breiten dieser verschiedenen Theile mit der Mannigfaltigkeit der Farben. Die gegenseitigen Abstände der Mitten der Interzstreifen und ihre Entfernungen von der der Mitte des erleuchteten traltheiles sind in dem Roth am größten und in dem Violett am klein-

Es wird mithin jenes die längsten und dieses die kürzesten Wellen gen.

Der Versuch beweist aber nicht nur, daß der Unterschied der Farben 3366
einer Verschiedenheit der Wellenlängen verbunden ist, er verschafft auch Gelegenheit, die absoluten Werthe jener Wellenlängen zu bestimmen. nt man die Breite des Spaltes und den überall gleichen Winkelabstand Mitten zweier unmittelbar folgender dunkler Streifen, so erhält man Anhang Nr. 167. Wellenlänge, wenn man jene Breite mit dem Sinus dieses Winkels ltiplicirt.

Die Wellenlehre kennt streng genommen nur farbiges Licht. Das 3367
chwarz rührt von der ursprünglichen Ruhe der Aethermolecüle oder von r Vernichtung ihrer Bewegung mittelst der Interferenzwirkungen her. ie Zusammensetzung aller farbigen Wellen und zwar unter denselben ntensitätsverhältnissen, wie in dem Sonnenspectrum (§. 3668.), ruft eißes Licht hervor. Interferiren sich aber verschiedene Lichtwellen, so ird immer ein Farbensaum zu Stande kommen, weil die Geschwinigkeiten oder die Wege der Strahlen ungleich ausfallen. Haben die einlnen farbigen Wellen des weißen Lichtes andere Lichtstärken, wie in dem onnenspectrum, so erblicken wir gemischte Farben. Die, welche sich in eser Hinsicht des größten Vorzuges erfreut, tritt auch am lebhaftesten rvor.

Wir haben schon §. 3043. angedeutet, daß man eine doppelte Rich- 3368
ng den Schwingungen der Molecüle einer Welle zuschreiben kann. Ge*t a*, Fig. 195., sei der Mittelpunkt der Erschütterung, so wird sich

Fig. 195.

diese in einer Masse, die nach allen Seiten hin gleich elastisch ist, in Kugelwellen fortpflanzen. Es geht daher die Unruhe von der Mitte *a* nach den Kugelflächen oder in der Bahn eines jeden beliebigen Halbmessers oder eines bestimmten Radius vector *ac* fort. *ab* und *bc* werden die der Fortpflanzungsgeschwindigkeit entsprechenden Wellenlängen bezeichnen. Jedes einzelne geradlinig polarisirte Molecül kann entweder in der Richtung des Halbmessers, von *d* nach *e* oder in der der Tangente, von *f* nach *g* hin- und rschwingen. Wir wollen jene Art von Ortsverrückung die Längen-

ausweichung und diese die quere Ausweichung nennen. Die Verdichtungen und die Verdünnungen, welche die Schallwellen der Luft bieten, gehen aus der ersteren Art von Schwingungen hervor. Die genauere Betrachtung der Polarisations- und der Interferenzerscheinungen führte aber Fresnel zu der Annahme, daß die Bewegungen der Aethermolecüle, die wir als Licht erblicken, in queren Ausweichungen bestehen (§. 3381.).

3369 Dieser Umstand führte manche Forscher[1]) zu einer Anschauungsweise, die eine gewisse physiologische Bedeutung besitzt. Die Theorie kann nachweisen, daß beide Bewegungen in einem gleichartigen elastischen Mittel vorkommen und daß sich die Geschwindigkeiten der queren zu denen der Längenausweichungen, wie Eins zur Quadratwurzel aus Drei verhalten. Man nimmt daher an, daß auch der Aether Verdichtungs- und Verdünnungsschwingungen neben den queren Ausweichungen bildet. Unser Auge könne aber nur diese und nicht jene auffassen.

Die Ursache, welche den Ton ursprünglich erzeugt, liegt nicht notwendig in Verdichtungs- und Verdünnungswellen. Die Luft kann auch in gedeckten Pfeifen in anderer Weise zum Tönen gebracht werden. Der Ton selbst aber pflanzt sich durch Schallwellen der Atmosphäre, d. h. durch Längenausweichungen zu unserem Ohre fort. Wir hören diese, nicht aber die queren Bewegungen, die nebenbei vorhanden sind.

Die Erschütterungen der Luft und des Aethers würden hiernach zwei verschiedenen Arten von Schwingungen führen. Jedes der beiden höheren Sinneswerkzeuge, die zur Auffassung der Wellenverhältnisse bestimmt sind, könnte aber nur eine von ihnen wahrnehmen. Das Auge gebe die queren Ausweichungen als Lichteindruck, das Ohr dagegen die Längenausweichungen als Ton wieder. Jenes vernachlässigt die Schwingungsweise, welche dieses berücksichtigt, und umgekehrt. Diese Auffassung fordert noch eine nähere Prüfung. Es bleibt dahin gestellt, ob der Grundsatz der Erhaltung der lebendigen Kräfte für die queren Ausweichungen der Aethermolecüle gültig sein kann, wenn zugleich Verdichtungen und Verdünnungen stattfinden. Es muß noch näher geprüft werden, ob unser Ohr bloße quere Ausweichungen gar nicht wahrnehmen im Stande ist. Die Längenausweichungen der Lufttheilchen könnten noch einem dritten Sinneswerkzeuge, nämlich dem Tastgefühle, als Erschütterungen verrathen.

3370 Es wurde §. 3368. bemerkt, daß die Polarisationserscheinungen zu der Annahme von queren Ausweichungen nötigen. Diese liegen nämlich in der Wellenfläche, die wir uns, wenn sie sehr groß ist, als eben vorstellen können. Da aber der Lichtstrahl in der Richtung eines entsprechenden Radiusmessers der Kugelwellen dahingeht (§. 3344.), so ergiebt sich von selbst, daß die queren Ausweichungen der Molecüle der auf einander folgenden großen Kugelschalen die Richtung des Strahles in jedem

[1]) Fresnel, Annales de chimie et de physique. Troisième Edition. Tome [illegible] Paris 1827. p. 239.

senkrecht durchschneiden müssen. Sie können dagegen in der Wellenfläche selbst auf das Mannichfachste wechseln. Ist dieses der Fall, so haben wir einen natürlichen, nicht polarisirten Strahl. Besitzen dagegen die queren Ausweichungen aller entsprechenden Aethertheilchen eine und dieselbe Richtung, so wird der Strahl vollkommen polarisirt sein. Die Ebene, die auf dieser beständigen Richtung der Schwingungen der Aetheratome senkrecht steht, heißt die Polarisationsebene. Man spricht endlich noch von geradliniger oder gewöhnlicher, kreisförmiger und elliptischer Polarisation, je nachdem die Berechnung schließen läßt, daß die Theilchen in entsprechenden geraden Bahnen, in Kreisen oder in Ellipsen schwingen.

Dieser Unterschied kann von der Mannichfaltigkeit der Phasenverhält- 3371
nisse abhängen. Denken wir uns zwei geradlinig polarisirte Strahlen, welche die gleiche Schwingungsdauer besitzen, deren Richtungen aber einen rechten Winkel bilden oder auf ihn zurückgeführt werden, wirkten gleichzeitig ein, so wird sich die Ausweichung des Aethermolecüls nach dem Parallelogramm der Kräfte finden lassen. Die Diagonale giebt dann eine Schwingungsrichtung, die immer beibehalten wird. Es erhält sich mithin die geradlinige Polarisation. Sind dagegen die Schwingungsphasen verschieden, so ändert jene Diagonale ihre Lage mit der Zeit fortwährend. Das Aetheratom beschreibt daher eine krumme Schwingungsbahn, die im Allgemeinen mit einer Ellipse zusammenfällt [1]).

Die elliptische Polarisation kehrt zur geradlinigen zurück, wenn der 3372
den Phasen entsprechende Gangunterschied einer beliebigen Zahl von halben Wellenlängen entspricht. Gleicht er einem ungeraden Vielfachen einer Viertellänge, so wird die Bahn in einen Kreis verwandelt, so wie die beiden Seitenkräfte an Stärke übereinstimmen.

Ein jeder natürliche Strahl kann in zwei rechtwinklig polarisirte 3373
Strahlen von gleicher Schwingungsweite und gleichen Phasen zerlegt werden. Wir sind aber wiederum im Stande, jeden rechtwinklig polarisirten Strahl auf zwei circular polarisirte Strahlen von gleicher Stärke und entgegengesetzten Schwingungsrichtungen zurückzuführen [2]).

Wir haben bisher nur diejenige Aetherart, welche die gleiche Elasti- 3374
cität nach allen Richtungen hin besitzt, betrachtet. Die Darstellung der Brechungserscheinungen führte uns aber schon zu der Ueberzeugung, daß die Beschaffenheit der Molecüle der wägbaren Stoffe die des von ihnen eingeschlossenen Aethers bestimmt. Es ist bekannt, daß viele Krystalle und manche andere Körper verschiedene Elasticitäten in verschiedenen Richtungen darbieten. Wirkt diese Eigenthümlichkeit auf den in ihnen enthaltenen Aether zurück, ist ein Molecül desselben schon in der Ruhe aus seiner Gleichgewichtslage verrückt, so wird sich auch dieses in den Schwingungen ausdrücken und gewissermaßen ungleiche Elasticitätsgrade nach den ver-

---

[1]) Siehe F. W. G. Radicke. Handbuch der Optik. Mit besonderer Rücksicht auf die neuesten Fortschritte der Wissenschaft. Bd. I. Berlin. 1839. 8. S. 35.

[2]) Siehe das Nähere bei Lamé a. a. O. p. 443 — 448.

schiedenen Seiten hin erzeugen. Die Wellenlehre benutzte diese B
lungsweise mit vielem Glücke, um die Erscheinungen der Doppelbr
und eine große Zahl der hiermit verbundenen Polarisationsverhältn
erklären.

3375 Man kann sich die verschiedenartigen Beziehungen der Elast
größen unter dem Bilde dreier, entsprechend langer und einander s
durchschneidender Linien, welche man die Elasticitätsachsen
vorstellen. Die Oberfläche des von ihnen für gewisse gegebene Be
gen bestimmten Umdrehungskörpers heißt die Elasticitätsflä
ein in einer gewissen Richtung von dieser geführter Durchschnitt di
sticitätscurve.

3376 Besitzt der Aether die gleiche Elasticität in allen Richtungen,
den die Elasticitätsachsen unter sich selbst gleich sein. Der Umdr
körper entspricht einer Kugel. Wir haben die Erscheinungen
wöhnlichen einfachen Brechung, die von der Elasticitätsg
hängt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und der Brechungsc
werden unter den §. 3353. angeführten Einschränkungen beständig
Bieten dagegen die Elasticitätsachsen ungleiche Größen dar, s
sich auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten nach den verschiede
ten und mithin auch die Brechungen ändern. Die Erfahrung
Theorie lehren dann, daß meistentheils zwei Wellenzüge von u
Brechbarkeit zu Stande kommen. Man nennt daher Körper,
der Aether unter sich ungleiche Elasticitätsachsen darbietet, dopp
chende Stoffe.

3377 Massen der Art besitzen eine oder zwei Bahnen, in denen
allen möglichen Richtungen polarisirter gewöhnlicher Strahl s
schwindigkeit nicht ändert. Der Weg, dem diese Eigenthümlic
kommt, heißt die optische Achse. Man unterscheidet demgem
achsige und zweiachsige doppelt brechende Krystalle.

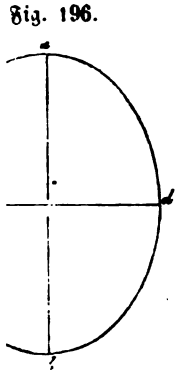
Dieses Doppelverhältniß läßt sich wiederum bildlich auffasse
nämlich zwei Elasticitätsachsen unter sich gleich, die dritte dagege
oder kleiner, so erhält man einen einachsigen doppelt brechenden
Besitzen dagegen alle drei Achsen verschiedene Längen, so ergiebt
die doppelt brechende Masse zweiachsig ist.

3378 Ein einachsig doppelt brechender Körper liefert meistentheil
Strahlen, von denen der eine den Brechungsgesetzen der einfach
den Mittel folgt, der andere dagegen ihnen nicht gehorcht. Ma
daher jenen den gewöhnlichen und diesen den außerordent
Strahl. Der erstere besitzt einen beständigen Ablenkungscoeff
Er liegt zugleich in der Fortsetzung der Einfallsebene. Der au
liche Strahl bietet diese zweite Beziehung nicht immer dar. D
lenkungscoefficient wechselt auch mit Verschiedenheit der Neigung
schwankt zwischen der beständigen Größe des gewöhnlichen Strah
einem größeren oder kleineren Werthe, der die Grenze seiner a
Brechung bildet.

3379 Untersucht man beide Strahlen genauer, so findet man, d

polarisirt ist. Ihre Polarisationsebenen stehen in allen Fällen
uf einander. Die Schwingungen des gewöhnlichen Strahles
die optische Achse rechtwinkelig, während die der außerordent-
einer ihr parallelen Richtung liegen. Befinden sich aber diese
en der einzelnen Aethermolecüle in der Tangentenebene des
s oder in der Bahn der Lichtstrahlen, so ergiebt sich von selbst,
Wellenzug des gewöhnlichen Lichtstrahles der optischen Achse ent-
ird.

Fig. 196.



Denken wir uns nun, cd, Fig. 196., 3380
bezeichne eine der beiden, unter sich gleichen Elasticitätsachsen und ab die dritte, an Länge verschiedene, so wird jeder Querschnitt des Ellipsoids, der cd parallel ist, einen Kreis und jeder, der ab parallel verläuft, eine Ellipse geben. Die Schwingungen, die in der Kreisfläche stattfinden, begegnen den gleichen Verhältnissen in allen Richtungen. Diejenigen dagegen, welche in der Ellipsenebene liegen, erfreuen sich dieses Vorzugs nicht. Die Bahn der Elasticitätscurve hängt von zwei unter sich ungleichen Elasticitätsachsen ab und cd ab. Die eine fällt mit dem Halbmesser
s cd zusammen, während die andere auf ihr senkrecht stehende
er kleiner sein kann. Es werden sich daher alle Schwingungen,
reisebenen entsprechen, mit einer beständigen, von den gleichen
achsen abhängigen Geschwindigkeit fortpflanzen. Die Schnellig-
dagegen, die auf die Ellipse zu beziehen sind, wechseln mit
e ihrer Richtung. Sie müssen sich dem beständigen Verhältnisse
hr, je weiter wir von a nach c vorrücken, annähern, der größte
) aber, den sie überhaupt erreichen können, wird bei a liegen.
zwerth desselben hängt von der verhältnißmäßigen Länge der
gleichen Elasticitätsachse ab.

Betrachtung kann die Erscheinungen der doppelten Brechung 3381
achsiger Körper klar machen. Es erhellt auch aus ihr, weshalb
ehre annimmt, daß die Schwingungen der Aethertheilchen in
entalebenen, die auf der Fortpflanzungsebene senkrecht stehen, zu
mmen.

en wir uns, der Lichtstrahl gehe in der Bahn der dritten un-
Elasticitätsachse ab, Fig. 196., dahin, so werden die senkrecht
hwingenden Aethertheilchen Kreisflächen oder die gleichen Elasti-
n nach allen Richtungen hin antreffen. Wir erhalten daher keine
nheit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und mithin keine doppelte
die Molecüle mögen nach welchen Richtungen sie wollen, pola-

Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß der Weg ab, der
1 elastischen Achse der Fig. 196. entspricht, die optische Achse
. 3377.). Lichtstrahlen, die in ihr verlaufen, bleiben mithin einfach.

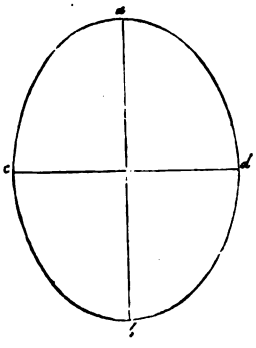
3382 Verläuft hingegen der Lichtstrahl in *cd*, so müssen zwei We erzeugt werden. Die auf *cd* senkrechte Schwingungsebene der molecüle bildet jetzt eine Ellipse. Die Fortpflanzungsgeschwindigk in der Richtung *cd*, welche der einen der beiden gleichen Elasticitä entspricht, mit der des gewöhnlichen Strahles übereinstimmen. gegen, welche der dritten ungleichen Elasticitätsachse angehört, m lichst stark abweichen. Wir haben daher einen gewöhnlichen St dem der Masse zukommenden Brechungscoefficienten und einen ordentlichen, dessen Ablenkungsinder so sehr als möglich von gewöhnlichen Strahles entfernt liegt.

Man sieht endlich leicht, daß ein Strahl, der in einer schie schen *ab* und *cd* befindlichen Richtung einfällt, immer noch ein sche Schwingungsebene antrifft. Er zerfällt daher in zwei Stra ebenfalls rechtwinklig polarisirt sind (§. 3377.). Der Brechungs des ungewöhnlichen muß sich aber hier dem des gewöhnlichen un nähern, je kleiner der Neigungswinkel des Strahles und der Elasticitätsachse ausfällt.

3383 Beziehen sich zwei Brechungscoefficienten auf ein und dass schwächer ablenkende Mittel, sind sie mithin größer als 1, so e aus dem früher (§. 3337.) Dargestellten, daß der kleinere ein nißmäßig bedeutendere Fortpflanzungsgeschwindigkeit besitzt, daß einem höheren Elasticitätswerthe oder einer längeren Elasti angehört. Die Schnelligkeit des gewöhnlichen Strahles entsp den beiden unter sich gleichen Elasticitätsachsen und die des unge der dritten ungleichen Achse. Ist diese kleiner, als jene, so wir gewöhnliche Strahl langsamer fortgehen oder einen größeren B inder, als der gewöhnliche besitzen. Man nennt daher Krystal diese Eigenschaft verrathen, positive. Da die negativen neren Brechungscoefficienten für den außerordentlichen Strahl muß ihre dritte Elasticitätsachse die beiden übrigen gleichen übertreffen.

3384 Stellen wir uns vor, *abcd*, Fig. 197., drehe sich um die kü *cd*, so haben wir ein Bild des von unten abgeplatteten Ellipsoids der optisch einachsigen und doppelt brech per. Die negativen entsprechen d zusammengedrückten Ellipsoid, das um *ab* vollführte Drehung bedi Jene haben das Minimum der Ac tät in der Richtung der optischen das Maximum senkrecht auf dieser gegen umgekehrt das Maximum in schen Achse und das Minimum se ihr. Die Elasticitätsbeziehungen der neigungen gehorchen in beiden § Verhältnissen zu den beiden verschie

Fig. 197.



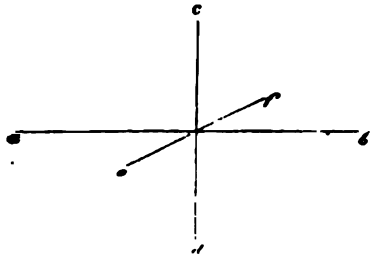
senkrechten Elasticitätsachsen. Der Quarz und das Eis gehören zu der positiven, der Kalkspath, der Turmalin und der phosphorsaure Kalk dagegen zu der negativen Abtheilung der einachsigen, doppelt brechenden Mittel.

Die beiden optischen Achsen eines zweiachsigen doppelt brechenden 3385
Körpers schneiden sich unter Winkeln, deren Größe von der Natur der Masse abhängt. Der spitzere beträgt $5^0\ 20'$ für den Salpeter, 60^0 für den Gyps und 90^0 für den Eisenvitriol. Die Linie, die ihn halbirt, heißt die Mittellinie.

Steht die Ebene des einfallenden Strahles in jeder Beziehung senk- 3386
recht auf der Mittellinie, geht sie durch sie, indem sie zugleich die Ebene der beiden optischen Achsen rechtwinkelig schneidet oder fällt sie mit der letztern zusammen, so gehorcht wenigstens das eine Doppelbild den Gesetzen der gewöhnlichen Brechung. Findet hingegen keine jener Bedingungen Statt, so gehören beide Strahlen zu den außerordentlichen.

Da wir hier drei unter sich ungleiche und wechselseitig senkrechte 3387
Elasticitätsachsen, eine größte ab, Fig. 198., eine mittlere in Fig. 198. verkürzt gezeichnete ef und eine kleinste cd haben, so können wir uns drei unter sich ungleiche Ellipsen denken, von denen jede zwei verschiedene Elasticitätsachsen als Achsen hat. Sie werden wechselseitig senkrecht stehen und den gemeinschaftlichen Durchschnittspunkt der drei Elasticitätsachsen zu ihrem gemeinschaftlichen Mittelpunkte haben.

Fig. 198.



Erinnern wir uns, daß die Schwingungen der Aethermolecüle die 3388
Bahn des Lichtstrahles senkrecht schneiden, so müssen die eines Wellenzuges, der in der durch cd und ef gelegten Ebene in irgend einer Richtung dahingeht, der durch ab und cd bestimmten Ellipse jedenfalls parallel bleiben. Wir haben mithin zunächst eine beständige Beziehung zu derjenigen Ellipse, deren eine Achse ab sich nicht bei der durch cd und ef bestimmten Gangebene des Strahles betheiligt. Wir können dieses beständige Verhältniß, das jede Richtung der oben erwähnten Strahlen durch einen Kreis, dessen Durchmesser ab ist, ausdrücken.

Nehmen wir nun an, der Strahl, welcher in der von cd und ef 3389
abhängigen Ebene liegt, verlaufe in der einen Elasticitätsachse ef, so werden die zweiten rechtwinkelig polarisirten Schwingungen der Elasticitätsachse cd parallel sein. Geht er umgekehrt in cd, so haben wir einen Parallelismus mit ef. Neigt er sich endlich zwischen cd und ef, so erhalten wir seinen bezüglichen Werth, wenn wir uns eine Ellipse mit cd und ef beschreiben und von dem Mittelpunkte aus eine Linie ziehen, welche denselben Neigungswinkel mit den entsprechenden halben Achsen besitzt.

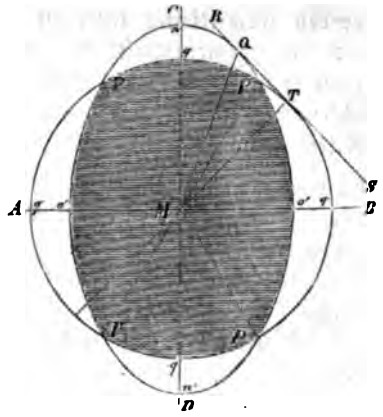
3390 Wir können mithin die beſtändige Beziehung, die jede der drei E ſen darbieten, durch einen Kreis ausdrücken, deſſen Durchmeſſer de der Einfallsfläche nicht betheiligten Elaſticitätsfläche entſpricht. Die ſelnde Richtung innerhalb der beſtändigen Einfallsebene gleicht einer El deren beide Achſen jener ſelbſt angehören.

Man wird dieſe Verhältniſſe am leichteſten begreifen, wenn man ſich eine deren Achſen *ab* und *cd* ſind, und eine Ellipſe, deren Achſen *ab* und *ef* gleich ſchneidet, dieſe letztere halbirt und in der Richtung von *cd* ſenkrecht aufſtellt. Ei eingeſtochene Nadeln können die Richtungen der Schwingungen verſinnlichen.

3391 Man nennt den Kreis und die Ellipſe, die je einer der drei E entſprechen, den Durchſchnitt der Wellenoberfläche mit dieſer Ebene ergiebt ſich von ſelbſt, daß hier drei verſchiedene Fälle eintreten m Liefert die größte Elaſticitätsachſe den Durchſchnitt des Kreiſes, ſ ſchließt dieſer natürlich die Ellipſe, welche der mittleren und der kl Elaſticitätsachſe angehört. Er wird umgekehrt von der Ellipſe ſchloſſen, wenn ſein Durchmeſſer der kleinſten Elaſticitätsachſe ent Gleicht er endlich der mittleren Elaſticitätsachſe, ſo ſchneiden ſi Kreis und die Ellipſe in vier Punkten, von denen je zwei diamet genüberliegen.

3392 Betrachten wir den letzteren Fall genauer, ſo kann er die verhältniſſe, die in den zweiachſigen doppelt brechenden Körpern tracht kommen, graphiſch verſinnlichen. Wir haben vier Punkte *P*, Fi

Fig. 199.



deren doppelte Verbindung *PP* und *PP* die Achſen d zu erwähnenden kegelförmig chung bilden. Legen wir e meinſchaftliche Tangente den Kreis und die Ellip ziehen die ſenkrechte *M* den Halbmeſſer des Kreiſ ſtellt, ſo erhalten wir ei für die Richtung der ein ſchen Achſe. Da aber vier Tangenten, von denen unter ſich parallel verlaufe lich ſind, ſo ergeben ſich z tiſche Achſen, die ſich unte von den Beziehungen der Elaſticitätsachſen abhängigen Winkel ſc *MC* bildet die Mittellinie und *AB* die auf ihr ſenkrecht ſtehend welche den ſtumpfen Ergänzungswinkel der optiſchen Achſen halbirt (§.

3393 Der Halbmeſſer *MT*, der auf der gemeinſchaftlichen Tangen recht ſteht, drückt die Beziehung der Fortpflanzungsgeſchwindig ebenen Welle, die Linie *MQ* dagegen, die wir von dem Mittelpu nach dem Berührungspunkte *Q* der gemeinſchaftlichen Tangente der Ellipſe ziehen, die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit der elementar len aus (§. 3350.). Man ſieht, daß hier dieſe beiden Größen

n ausfallen können, während sie bei der einfachen Brechung unter allen
dingungen der Kugelform der Wellen wegen übereinstimmen.

Der Durchschnittspunkt P ist eben so weit von M als T entfernt. 3394
ie Kreistangente, die wir an ihn legen, fällt aber nicht mit der Ellip-
tangente zusammen. Da die Tangenten den Richtungen der Lichtstrah-
l entsprechen, so können zwei Strahlen mit der gleichen Geschwindigkeit
gs des Halbmessers MP dahingehen, ohne daß sie in den gleichen
chtungen austreten.

Die Rechnung ergiebt, daß die Wellenoberfläche in jedem der P ent- 3395
echenden Punkte trichterförmig vertieft ist. Es läßt sich daher eine
endliche Zahl von Tangentenebenen, von denen jede einem austretenden
rahle entspricht, in P an die Wellenfläche legen. Durchsetzt ein Wel-
zug MP, so wird er sich bei dem Austritte in ein kegelförmig aus-
anderfahrendes Bündel von Strahlen trennen. Die eine Art der frü-
(§. 3326.) erwähnten conischen Refraction, nämlich die äußere, ent-
t auf diese Weise.

Diese Betrachtungen können uns zeigen, daß die Erscheinungen der 3396
fachen und der doppelten Brechung die wichtigsten Aufschlüsse über
innere Gefüge der einfachen und der doppelt brechenden Körper zu
rn vermögen. Da wir später sehen werden, daß die meisten Gewebe
Pflanzen und der Thiere zu den doppelt brechenden Stoffen gehören,
bieten die optischen Verhältnisse, deren Grundzüge wir eben erläu-
haben, ein nicht unwichtiges Hilfsmittel für anatomische, physiolo-
e und pathologische Untersuchungen. Wurde es auch bis jetzt fast gar
benutzt, so läßt sich doch mit Recht voraussehen, daß die Zukunft
Art von Forschungen mit der ihr gebührenden Aufmerksamkeit pfle-
wird.

Ein Hauptgrund, weshalb wir hier auf die Wellenlehre so kurz als 3397
ich eingegangen sind, lag in diesen Beziehungen. Die eben durch-
rten Betrachtungen werden uns aber überdies manche Gesetze des
ns und mehrere der wesentlichsten Erscheinungen der Nerventhätig-
klar machen können. Versucht man es, die Nervenleitung auf
nbewegungen zurückzuführen, so bleibt dieser Ausdruck ein leeres
, so lange man nicht tiefer in die Betrachtungen der Wellenverhält-
überhaupt eingegangen ist.

Die optischen Erscheinungen, die wir noch zur Vorbereitung der Lehre
Sehen kennen lernen müssen, lassen sich rein geometrisch und größ-
eils unabhängig von irgend einer Lichttheorie darstellen. Wir brau-
hier nur einfach die Bahn des Wellenzuges als einen geradlinigen
rahl und seine Geschwindigkeit unter gewissen gegebenen Winkelver-
issen aufzufassen.

Zurückgeworfene und durchgehende Strahlen. — Da jeder 3398
tpunkt seine Strahlen nach allen Richtungen hin geradlinig aus-
t, so erhalten wir für jede einseitig beschränkte Bahn einen Strah-
el, dessen Grundfläche mit der erleuchteten Oberfläche zusammenfällt.
erden daher die einzelnen Strahlen in keinem Falle unter sich pa-

rallel sein. Sie müssen sich immer unter einem an der Spitze gelegenen Winkel, dem Ausflußwinkel, schneiden.

3399 Man kann sich je einen Lichtstrahl zwischen dem leuchtend und jedem beliebigen Punkte der beleuchteten Oberfläche gezo Diese vergrößert sich aber mit der Entfernung. Es wird sich sam die Zahl der Lichtstrahlen mit Zunahme des Abstandes punktes vermehren. Der Winkel, den die einzelnen Strahlen ander bilden, ist aber der Quotient des Ausflußwinkels und der Strahlen. Er muß sich daher um so mehr verkleinern, di Strahlen werden sich um so mehr dem Parallelismus nähern der Leuchtpunkt von dem beleuchteten Gegenstande absteht. Je fernung sehr groß oder, wie man sich ausdrückt, unendli nachlässigt man die äußerst kleinen Durchschnittswinkel und parallelen Strahlen.

3400 Dringt ein Strahl aus einem Mittel in einen Körper, optische Eigenschaften besitzt (§. 3345.), vor, so bilden sich zwei St denen der eine zurückläuft, der andere dagegen in veränderte weiter geht (§. 3348.). Denken wir uns, daß wir uns an der wie die Lichtquelle befinden, so werden es die zurückge Strahlen möglich machen, daß das Auge die Oberfläche erblickt. Die völlig gebrochenen Strahlen dagegen m diesen Verhältnissen unserem Gesichtswerkzeuge entgehen.

3401 Die Durchsichtigkeit einer Masse hängt von der verh gen Menge von Lichtstrahlen, welche sie gebrochen durchtrete Es ergiebt sich hieraus, daß wir einen absolut durchsichtigen nicht seiner Dicke nach wahrnehmen könnten. Die meisten wägb aber, die wir erblicken, bestehen aus Theilchen, die unter sind. Eine gewisse Menge von Licht, das schon durch ein erſten Schicht gegangen ist, wird an der Oberfläche des en Molecüls der zweiten Schicht zurückgeworfen. Da sich dieses zu Lage wiederholt, so haben wir eine fortwährende inner werfung, vermöge deren unser Auge nicht bloß die Oberfläc auch die Tiefe des sogenannten durchsichtigen Stoffes erkennt perliche Sichtbarkeit hängt daher von dem Maaße der Undurchs

3402 Der Grad der inneren Zurückwerfung wechselt natürlich der Molecularbeschaffenheit des Körpers. Bleibt sich aber das tel gleich, so nimmt die Stärke des durchdringenden Lichtes in metrischen Progression ab, so wie sich die Dicke der ablenke in einer arithmetischen vergrößert. Körper, die in dünne durchsichtig sind, werden in dicken undurchsichtig. Denken w lich, daß gar keine Strahlen mehr an der entgegengesetzten ablenkenden Masse austreten können, so haben wir eine gän rückwerfung oder eine totale Reflexion (vgl. §.§. 3352

3403 Die Stärke der regelmäßig oder einseitig zurückge Strahlen wächst mit der Schiefheit der Neigung der einfallen len, der Glätte der Oberfläche, dem gegenseitigen Unterschi

lenkungskräfte oder der Größe des Brechungscoefficienten (§. 3350.) und vielleicht auch mit dem Grade der Durchsichtigkeit des Mittels. Je rauher aber die Trennungsfläche ist, je weniger ihre Atome in einer Trennungsebene liegen, je ungleichere Bedingungen sie ihrer optischen Eigenschaften wegen darbieten, um so mehr wird der zurückgeworfene Theil des Strahles nach allen möglichen Richtungen verbreitet oder, wie man sich ausdrückt, zerstreut. Der gebrochene Strahl muß umgekehrt eine um so bedeutendere Lichtstärke beibehalten, je geringer der verhältnißmäßige Brechungscoefficient und je größer die Gleichartigkeit des zweiten Mittels ausfällt. Das Papier wird daher durchsichtiger, so wie man es mit Oel durchtränkt hat. Denn die optischen Eigenschaften der Molecüle des Oeles stehen denen des Papieres näher, als die der Luft, welche früher die feinsten Zwischenräume ausfüllte.

Regelmäßige Zurückwerfung. — Fällt ein Lichtstrahl li, Fig. 3404
200., auf eine spiegelnde gerade Ebene mm', so nennt man das Einfallsloth die Linie pp', die in dem Berührungspunkte i senkrecht auf mm' steht. Der Winkel lip heißt der Einfalls- und pic der Zurückwerfungs- oder Reflexionswinkel. Beide haben die gleiche Größe. Sie liegen überdies in einer und derselben, durch li und pi oder pi und ci bestimmten Ebene. Es ergiebt sich hieraus, daß sich auch der einfallende Strahl li und der zurückgeworfene pi unter den gleichen Winkeln lim' und pim gegen die Trennungsebene mm' neigen. Man kann endlich mit Leichtigkeit darthun, daß das Licht, wenn es von l bis c in einer Winkelbahn, die mm' berührt, verlaufen soll, den möglichst kürzesten Weg auswählt, so wie sein Einfallswinkel und sein Zurückwerfungswinkel gleich ausfallen.

Fig. 200.

Ein zweiter Strahl li', der von demselben Punkte l kommt, wird 3405
in $i'c'$ zurückgeworfen. Das Auge, das sich in $c'c$ befindet, empfängt daher die beiden auseinanderfahrenden Strahlen, als wenn sie unmittelbar von l' stammten und keine Zurückwerfung erlitten hätten. Da aber $lk = l'k$ ist, so bleibt sich die Lichtstärke, so weit sie sich nur auf den zurückgeworfenen Strahl bezieht, verhältnißmäßig gleich. Wir sehen daher das optische Bild eben so weit hinter dem oberen Spiegel, als sich der Gegenstand vor demselben befindet.

Der Punkt l hat dieselben Beziehungen zu p, wie l' zu p'. Das 3406
Spiegelbild giebt mithin den Gegenstand in jeder Hinsicht treu wieder. Da aber die Richtungen lk und $l'k$ entgegengesetzt sind, so erhellt hieraus von selbst, aus welchem Grunde das optische Bild den Menschen, der sich in einem Spiegel betrachtet, ansieht, nnd weshalb eine scheinbare seitliche Umkehrung bei dieser Auffassungsweise zu Stande kommt.

Das Spiegelbild kann nicht die gleiche Helligkeit, wie die Lichtquelle 3407
besitzen. Sie muß vielmehr um die Menge der zerstreuten und der durchgelassenen Strahlen abnehmen. Die Trennungsfläche des Spiegels giebt

das erste und stärkste Spiegelbild. Da aber die innere Zurü des Glases oder des Metalls neue Bilder zu erzeugen im Stan kann ein und derselbe Spiegel eine Menge von Bildern liefer nehmen jedoch der Reihe nach an Lichtstärke ab und entgehen d der Auffassung der Gesichtswerkzeuge.

3408 Denken wir uns, der Spiegel mm', Fig. 201., bildet den einer Kugelfläche, deren Halbmesser cm gleicht, so nennt man c den Mittelp Krümmung, den Winkel mcm' die O und die den letzteren halbirende Linie Achse. mm' muß in den Hohlspieg cav und in den Converspiegeln c dacht werden.

Fig. 201.

3409 Da mm' eine Kugelebene bildet, daß parallele Strahlen in keinem Falle s geworfen werden können, daß sie sich Punkte der Achse wechselseitig schneiden o man sagt, vereinigen. Die Versch der Durchschnittsstellen wird aber mit de der Oeffnung zunehmen. Hält sich diese i einer bestimmten kleinen Grenze, so k Auge den Fehler, der hieraus hervorg den man mit dem Namen der sphä Aberration oder der Abweichung we Kugelgestalt bezeichnet, nicht mehr bemerken. Es kommt ihm wenn sich alle Strahlen in einem Hauptbrennpunkte F ver Die, welche diese Eigenthümlichkeit darbieten, heißen centrale len. Gleicht die Krümmung keiner Kugelfläche, so wird meist d um so hartnäckiger wiederkehren.

Fig. 202.

3410 Die Strahlen, die von einem Punkte ausgehen und sich in einem zweiten vereinigen, liefern natürlich entsprechende Ver Ein Punkt der Leuchtquelle giebt dann wiederum nur einen P optischen Bildes. Wir sehen daher dieses mit vollkommener Fällt dagegen jene Bedingung hinweg, so haben wir eine R Punkten für je einen Punkt der leuchtenden Masse. Die D des Bildes leidet unter diesen Verhältnissen. Wir werden d die Bilder von centralen Strahlen in befriedigender Weise kennen.

3411 Da dieser Umstand in den Spiegeln und den Linsen in Weise wiederkehrt, so erklärt es sich hieraus, weshalb man die schen Werkzeugen möglichst kleine Oeffnungen oder große Krü halbmesser zu geben sucht. Besitzen sie keine sphärischen Krümmu verwickeln sich alle Verhältnisse in höherem Grade.

Denken wir uns, AB, Fig. 203., sei ein sphärischer Hohlspiegel, 3412
ad seine Achse und m sein Krümmungsmittelpunkt, der Leuchtpunkt a liege in der Achse ad und sende den Achsenstrahl seines Lichtkegels in der Richtung ab auf AB, so wird der Halbmesser mb das Einfallsloth bilden, weil er auf der durch b geleg-
n Tangente senkrecht steht. Ist $i = i'$, so entspricht bc dem zurück-
worfenen Achsenstrahle. Man sieht leicht, daß i und i' um so kleiner
rden, je mehr sich die Lichtquelle a dem Mittelpunkte m nähert. c und
stehen dann auch weniger von einander ab. Fällt zuletzt der Lichtpunkt
it m zusammen, so bildet mb die Bahn des einfallenden und derselbe
eg die des zurückgeworfenen Strahles.

Fig 203.

Ein auffallender Strahl, der durch den Krümmungsmittelpunkt geht, 3413
eißt ein Hauptstrahl. Dieser wird also in jedem Falle in seiner eige-
en Richtung (mb oder md, Fig. 203.) zurückgeworfen. Die übrigen
ichtpunkte dagegen, die auf der Achse und zwar jenseit des Krümmungs-
ittelpunktes liegen, haben ihre Brennpunkte um so weiter von dem
rümmungsmittelpunkte entfernt, je mehr sie von diesem abstehen.

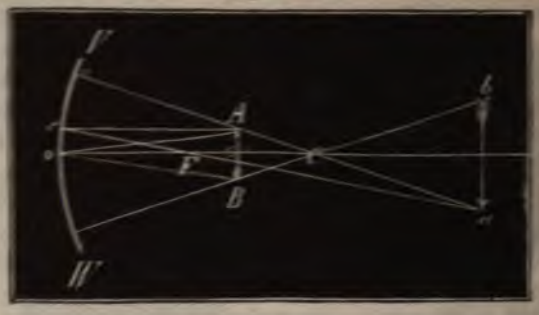
Stellen wir uns vor, der Punkt a liege unendlich fern, d. h. ab 3414
i der Achse ad parallel (§. 3399.), so wird jeder der Winkel i, i' und x
eich viel betragen. Der Brennpunkt c liegt dann in der Mitte des Halb-
essers md. Man nennt ihn den Hauptbrennpunkt. Befindet sich
umgekehrt der leuchtende Punkt in dem Haupt-
brennpunkte F, Fig. 204., so werden alle Strah-
len parallel zurückgeworfen. Es ergiebt sich fer-
fer, daß die Brennpunkte der zurückkehrenden
Strahlen bei Leuchtpunkten, die zwischen dem
Hauptbrennpunkte und dem Mittelpunkte der Ku-
gelkrümmung liegen, die Achse jenseit des Krüm-
ngsmittelpunktes schneiden. Ihr Brennpunkt entfernt sich um so mehr,
mehr sich der Leuchtpunkt dem Hauptbrennpunkte nähert.

Fig 204.

Nehmen wir endlich an, der Lichtpunkt s,
Fig. 205, liege zwischen dem Hauptbrennpunkte
und der Spiegeloberfläche, so müssen alle Strah-
len so zurückgeworfen werden, daß sie vor dem
Spiegel auseinanderfahren Ihr Vereinigungs-
punkt v liegt daher hinter dem Spiegel. Man
nennt v den virtuellen Brennpunkt.

Fig. 205.

3415 Fig. 206.

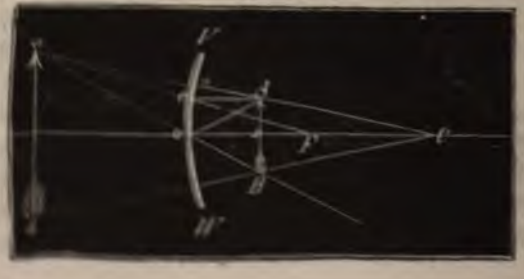


Befindet sich d
tende Punkt *a*, fi
außerhalb der
achse *oC*, so l
eine einfache gra
Construction der
nes Bildes für
angeben. Wir
die Lage seine
strahles, d. h.
eine Linie *aCn*,
den Lichtpunkt
Mittelpunkt der Spiegelkrümmung *C* verläuft, wir führen eine
aFe durch *a* und den Hauptbrennpunkt *F* und legen endlich
der Spiegelachse *oC*. *A* wird dann den Ort des Bildes *a* an

3416 Man kann sich den Grund dieses Verfahrens in folgen
anschaulich machen. Der Hauptstrahl *aCn* muß in sich selbs
worfen werden, weil er in der Bahn des Halbmessers oder de
lothes *Cn* verläuft (§. 3413.). Da der Brennpunkt derjenige
in dem sich alle Strahlen schneiden, so wird er jedenfalls im
der Linie *aCn* liegen. Der leuchtende Punkt *a* verbreitet
strahlen nach allen möglichen Seiten. Einer von diesen muß
Hauptbrennpunkt *F* der Achse *oC* verlaufen, weil der Winkel
dann hinwegfiele, wenn sich *a* in der Achse *oC* selbst befä
Strahl *aFe*, der durch den Hauptbrennpunkt *F* geht, wird ab
in *eA* zurückgeworfen. Er muß den Hauptstrahl unter demselb
eAn schneiden, den auch der Hauptstrahl *aCn* mit der Achse
Der Punkt *A*, in dem sich der Hauptstrahl mit dem durch d
brennpunkt gegangenen und zurückgeworfenen Strahle kreuzt,
türlich den Brennpunkt, weil sich sonst diese Strahlen an einer
Orte, als die übrigen vereinigten.

3417 Wir bestimmen die Lage eines körperlichen Bildes, wenn w
ziehungen der Endpunkte feststellen. Fig. 206. ergiebt hiernach
daß ein Gegenstand *ab*, der jenseit des Krümmungsmittelpunkte
umgekehrt und verkleinert als *BA* abgespiegelt wird. Ein Kö
zwischen dem Hauptbrennpunkte *F* und dem Krümmungsmittelpun
gestellt ist, erscheint ebenfalls umgekehrt, aber vergrößert.

3418 Fig. 207.



Wenden w
das §. 3415.
Verfahren auf
stände *A2*, Fig
zwischen dem Ha
punkte *F* und de
krümmung *VV'*
so bildet *nAC*
strahl, der in

fen wird. Ein Strahl Ae, der der Spiegelachse oC parallel ist, geht
auptbrennpunkt F. Während also die einfallenden Strahlen An
er Richtung nach dem Spiegel zu auseinanderfahren, entfernen
ckgeworfenen Strahlen nAC und eF wechselseitig um so mehr,
e von der Vorderseite des Spiegels abstehen. Ihr gegenseiti-
hnittspunkt a liegt daher hinter derselben. Wir haben hier eben
n virtuellen Brennpunkt, als in dem dritten (§. 3414.) er-
alle. Da das Gleiche für B gilt, so erhalten wir hier ein
s und aufrechtes Bild ab, das jedoch hinter dem Spiegel liegt.
be Schlußfolge kann uns die Verhältnisse der Converspiegel 3419
klar machen. Die Krüm-
mung VOW, Fig. 208.,
ist hier nach vorn gerich-
tet. Es müssen daher der
Krümmungsmittelpunkt C,
der Krümmungshalbmesser
CO und der Hauptbrenn-
punkt F in jedem Falle
virtuell sein (§. 3414.).
Jeder sich abspiegelnde
Gegenstand wird hier au-
ßerhalb des Krümmungs-
halbmessers und nur in
der Vorderseite des Spiegels geführten Verlängerung, über
ihr liegen. Nehmen wir an, der obere Punkt desselben sei A,
uC seinen Hauptstrahl, der in sich selbst zurückgeworfen wird.
hse CO paralleler Strahl Ae muß so zurückkehren, daß die
ng seiner Bahn ey als eaF den virtuellen Hauptbrennpunkt
t. Es wird mithin der Brennpunkt a des Leuchtpunktes A
Spiegel liegen oder virtuell sein. Führen wir das Gleiche
, so sehen wir, daß sich die Gegenstände AB in einem Con-
n virtuellen, aufrechten und verkleinerten Bildern wiedergeben.
e nur dann auf eine Ausnahme dieses Gesetzes stoßen, wenn
n nicht von dem Lichtpunkte nach dem Spiegel hin auseinander-
dern im Gegentheile nach VW convergirten.

Fig. 208.

ziebt sich aus dieser Betrachtung, daß die Converspiegel Bil- 3420
nter dem Spiegel liegen, erzeugen. Die Hohlspiegel liefern
n, wenn sich der Gegenstand zwischen ihnen und dem Haupt-
befindet. Sie bedingen dagegen sonst bloße Luftbilder. Diese
och auch unter den gewöhnlichen Verhältnissen hinter dem
liegen.

wir uns nun, wir hätten drei hinreichend durchsichtige 3421
einander folgende Spiegelflächen, die beiden vorderen seien
hintere concav, und jeder von ihnen liefere nur ein Bild
so wird eine vorgehaltene Kerzenflamme dreimal abgespiegelt
ie beiden ersten Spiegel geben in jedem Falle aufrechte Bil-

der. Der dritte dagegen stellt ein umgekehrtes Bild dar, so wie j Flamme jenseit des Hauptbrennpunktes befindet. Wir werden sehen diese Voraussetzung auf die Spiegelungsverhältnisse des menschlichen angewendet werden kann.

3422 Die Größe des Spiegelbildes hängt von drei Bedingungsglieder Krümmung der Spiegelfläche, der Ausdehnung und der Ortsbez des sich spiegelnden Gegenstandes ab. Kennt man drei dieser A so ist man auch im Stande, die vierte durch Rechnung zu suchen. nun convexe und concave Spiegelflächen, deren Flächen nicht immer risch sind, in dem Auge des Menschen vorkommen, so wird man die mung derselben ermitteln können, wenn man die Größen, unter sich derselbe Gegenstand an verschiedenen Stellen abspiegelt, auf den hat.

3423 Regelmäßige einfache Brechung. — Trifft ein Lichtstra

Fig. 209.

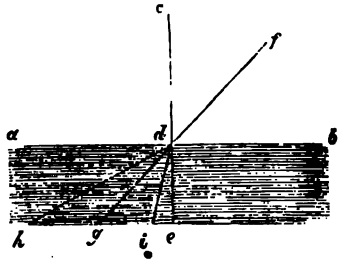
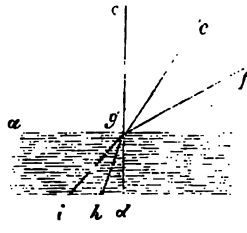


Fig. 209., die Oberfläche *ab* eines ungleichartigen Mittels, so geht der der weiter schreitet, nicht in der V gerung der früheren Bahn *dg*, s in *di* oder *dh* weiter (§. 3350.). *cde* das Einfallsloth, so bestimm Natur des Mittels die Beziehunge Einfallswinkels *fdc* und des Brech winkels *ide* oder *hde*. Lenkt stärker ab, so ist *ide* kleiner, al oder *gde*. Uebt es die umgekehrte kung aus, so wird *hde* größer, als *cdf* oder *gde*. Der Strahl daher in dem ersteren Falle dem Einfallslothe zugeführt und i letzteren von ihm hinweggebrochen. Der einfallende und der chene Strahl liegen in jedem Falle in einer und derselben durch s das Einfallsloth, mithin durch *df* und *cd* oder *di* und *de* bestim Ebene. Sie befinden sich aber in ihr an entgegengesetzten Seite Einfallslothes.

3424 Bleibt das neue Mittel *ab*, Fig. 210., das gleiche, so ände

Fig. 210.



auch nicht die Beziehung des Sinus des Ein winkels zu dem des Brechungswinkels. D wir uns, *eg* sei ein Strahl, der unter Winkel *egc*, und *fg* ein zweiter, der unte eindringt, während *gh* und *gi* den beide brochenen Strahlen entsprechen, so ist $\frac{\sin . cge}{\sin . hgd} = \frac{\sin . cgf}{\sin . igd}$ eine für dasselbe M *ab* beständig bleibende Größe, die man mit Namen des Brechungscoefficienten, Brechungsinder oder Brechungsverhältnisses bezeichnet (§. 3 Dieses Grundgesetz der Ablenkungserscheinungen wurde von S entdeckt und von Descartes in der eben erläuterten Form entwic

Fig. 211.

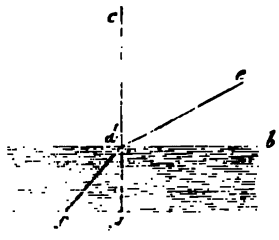
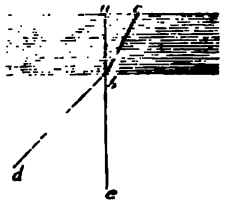


Fig. 212.



Nehmen wir an, der Strahl *ce*, Figur 211., dringe in ein stärker brechendes Mittel *ab* ein, so ist der Brechungswinkel *fdg*, kleiner, als der Einfallswinkel *cde*. Da nun beide zwischen 0° und 90° liegen und die Sinus mit den Winkeln in dem ersten Quadranten des Kreises wachsen, so ergiebt sich von selbst, daß das Brechungsverhältniß größer, als 1 sein muß. Geht umgekehrt der Strahl *cb*, Fig. 212., aus einem stärker ablenkenden Mittel in ein schwächer brechendes über, so wird auch der Einfallswinkel *abc* kleiner, als der Brechungswinkel *dbe* ausfallen und mithin das Brechungsverhältniß unter 1 stehen. Die stärker ablenkenden Körper besitzen im Allgemeinen eine größere Dichtigkeit. Allein Boyle wußte schon, daß diese nicht immer mit der Größe der Ablenkung gleichmäßig wächst oder fällt.

Stellt man sich vor, daß ein Lichtstrahl aus dem leeren Raume in wägbare Masse tritt, so erhält man das absolute Brechungsverhältniß. Das relative dagegen bildet diejenige Größe, welche gegenseitigen Beziehung zweier wägbaren Stoffe entspricht. Man es, wenn man den Quotienten ihrer absoluten Brechungscoefficienten aufsucht. 3426

Das um die Einheit verminderte Quadrat des Brechungsverhältnisses die brechende Kraft, der Quotient von dieser und der Dichtigkeit gen das Brechungsvermögen. Beide Benennungen beruhen vorweise auf Vorstellungen, welche die Ausflußlehre des Lichtes in die nschaft einführte. 3427

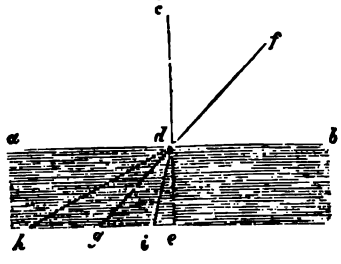
Hat das brechende Mittel *abcd*, Fig. 213., parallele ebene Oberflächen *ab* und *cd* und befindet sich ein und dasselbe zweite Medium an den Grenzen von diesen, so tritt der Strahl *ef* in einer parallelen Richtung *hg* hervor. Nehmen wir an, *efo* sei der Einfalls- und *hfi* der Ablenkungswinkel der ersten Brechung, so gleicht der zweite Einfallswinkel *hkg* dem ersten Ablenkungswinkel *hfi*, weil *ab* und *cd* der Voraussetzung nach und *ef* und *mn* als Einfallslothe parallel sind. Da sich aber hier dieselben Ablenkungsverhältnisse umkehren, so muß auch der zweite Brechungswinkel *khn* dem ersten Einfallswinkel *efo* gleichen. Wird aber *khn* 3428

Fig. 213

efo, so ist auch $efb = khc$. Da nun hc und fb parallel sind, so müssen auch hk und ef parallel sein, d. h. der austretende Strahl wird in einer dem einfallenden parallelen Richtung fortlaufen. Wären die Trennungsflächen ab und cd nicht parallel, so würde auch der Parallelismus der beiderseitigen Strahlen verloren gehen.

3429 Wir können annehmen, daß der Einfallswinkel cdf, Fig. 214., immer zwischen 0° und 90° liegt, weil sein Sinus, wenn auch der Strahl unter den stumpfen Winkel fda einfiele, mit dem des spitzen fdb übereinstimmte. Der Strahl fd geht in der Bahn des Einfallslothes cd weiter, wenn $fdc = 0$ wird. Er bewegt sich in der Trennungsfläche db, wenn $fdc = 90°$ ist. Das Brechungsverhältniß des neuen Mittels, dessen Oberfläche ab ist, kann über oder unter 1 stehen. Untersuchen wir, wie sich die Verhältnisse seiner Grenzwerthe in den beiden genannten Fällen verhalten werden.

Fig. 214.



Es läßt sich leicht beweisen, daß ein Einfallswinkel von 0° einen Ablenkungswinkel von 0° haben muß, das zweite oder das erste Mittel mag die stärkere Brechungskraft besitzen. Suchen wir uns diesen Satz auf geometrischem Wege klar zu machen, so wird der gebrochene Strahl als di oder dh von der Verlängerung dg des einfallenden abgelenkt, je nachdem das Brechungsverhältniß über oder unter 1 steht. Der Winkel ide oder hde muß aber auch Null werden, wenn der Winkel fdc bis auf Null herabsinkt, d. h. der gebrochene Strahl geht dann in der Bahn des einfallenden weiter. Da aber dieser in das Einfallsloth cd selbst fällt, so wird er gar nicht abgelenkt, sondern in gerader Richtung cde fortgeführt.

Anhang Nr. 181.

3430 Betrachten wir dagegen den anderen Fall, in dem der Einfallswinkel 90° erreicht, weil der einfallende Strahl längs dem der Trennungsebene bd dahingeht, so werden die Verhältnisse verschieden ausfallen, je nachdem das zweite Mittel stärker oder schwächer ablenkt. Bricht es kräftiger, so müssen wir für das Maximum des Einfallswinkels einen Ablenkungswinkel, der kleiner als 90° ist, erhalten. Dieser Brechungswinkel ist aber der größte, der überhaupt erreicht werden kann, oder der **Grenzwinkel**, weil der dem größtmöglichen Einfallswinkel entspricht. Hat das zweite Mittel ein schwächeres Brechungsverhältniß, so ist der Ablenkungswinkel größer, als der Einfallswinkel. Der gebrochene Strahl hd, Fig. 214., wird daher schon früher, als der einfallende fd bei ab anlangt, die Trennungsfläche da treffen. Wir haben daher hier eine Maximalgröße des einfallenden Winkels, bis zu welcher eine Brechung überhaupt möglich ist. Wird diese erreicht oder überschritten, so kommt gar kein gebrochener Strahl zu Stande. Es werden alle einfallenden Strahlen zurückgeworfen. Man nennt dieses Verhältniß die **gänzliche Zurückwerfung** oder die **totale Reflexion** (§. 3402.).

3431 Die Formel des **Snellius**'schen Brechungsgesetzes ergiebt, daß der

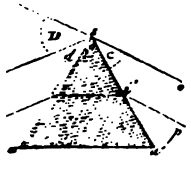
ius des größten Ablenkungswinkels eines Strahles, der aus einem Anhang Nr. 131.
wächer brechenden in ein stärker ablenkendes Mittel übertritt, dem Quo-
nten der Einheit und des Brechungsverhältnisses gleicht. Geht er um-
kehrt aus einem kräftiger brechenden in ein schwächer ablenkendes Mittel
er, so entspricht dann der unter 1 stehende Werth des Brechungscoef-
icienten dem Sinus des Einfallswinkels, bei dem die Brechung aufhört
d die gänzliche Zurückwerfung beginnt.

Der verhältnißmäßige Brechungsinder der Luft und der Hornhaut des 3432
nschlichen Auges gleicht 1,3296. Wir erhalten daher 48°48′ für den
ößtmöglichen Ablenkungswinkel einer ebenen Hornhautfläche. Ginge der
ahl umgekehrt aus der Hornhaut in die Atmosphäre über, so bildete
selbe Größe des Einfallswinkels die Grenze, bei der die gänzliche Zu-
ückwerfung eintreten müßte.

Besitzt ein Körper zwei Seitenflächen, die nicht parallel sind, so muß 3433
Strahl, der durch die eine eintritt und zur anderen herausgeht, um
das frühere Mittel zurückzukehren, in einer Bahn, die der ursprüng-
en Richtung nicht parallel ist, verlaufen (§. 3428.). Es werden daher
wei zusammenstoßende Flächen eines Prisma diese Eigenschaft dar-
n. Ein dreiseitiges Prisma kann die hier in Betracht kommenden
ältnisse am einfachsten erläutern.

Wir haben früher (§. 3423.) gesehen, daß der einfallende und der 3434
chene Strahl in einer und derselben Ebene liegen. Wir brauchen da-
ur einen senkrechten Querschnitt oder einen Hauptschnitt saa',
215., zu berücksichtigen, um zum Ziele zu gelangen. Man nennt

Fig. 215.



den Winkel g, den die beiden brechenden Seitenflächen sa und sa' einschließen, den brechenden Winkel und die ihm gegenüberstehende Seite aa' die Grundfläche des Prisma's.

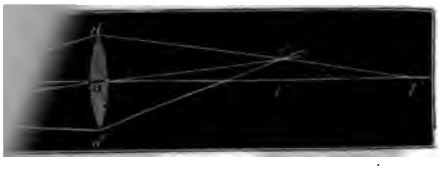
Soll ein Strahl li, der zuerst in ii' gebro- 3435
chen wird, bei i' als $i'p$ hervortreten können, so darf der brechende Winkel g eine gewisse Grenze nicht überschreiten. Ist er zu groß, so findet in i'
inzliche Zurückwerfung Statt. Der Strahl geht nicht zur Hinter- Anhang Nr. 132.
sa' heraus.

)a der Strahl li ein Mal bei i und ein zweites Mal bei i' abge- 3436
oird, so müssen sich die beiden Wirkungen verbinden, um eine Ge-
abweichung zu Stande zu bringen. Es läßt sich zeigen, daß D diese
ist, wenn gs dem einfallenden und no dem austretenden Strahle Anhang Nr. 133.
cht. Man kann ferner beweisen, daß D seinen möglichst kleinsten
erreicht, wenn der einfallende Strahl li einen eben so großen
l lia mit seiner Brechungsfläche as macht, als der austretende $i'p$
r seinigen $a's$. Man spricht daher in diesem Falle von einer klein-
Ablenkung und einem symmetrischen Durchgange des
hles.

Die Richtung $i'p$ des austretenden Strahles hängt von dem Bre- 3437
sverhältnisse n, dem brechenden Winkel g und der Neigung des ein-

einem Achsenstrahle entsprechen. Be… …s, so wird die Richtung seines Haupt…

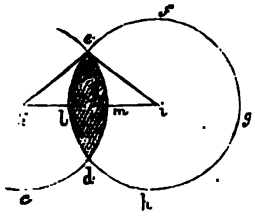
Fig. 218.



… dem Winkel *v* schneiden. Ist *v* sehr klein, so … ungebrochen als *sat* durchgeht, so wird auch … einer Nebenachse oder einer secundären … doppelte Größe des Winkels *v* oder die Oeffnung, …en Bedingungen gestattet ist, bestimmt das Feld …

…ehler der Abweichung von der Kugelgestalt 3442
… der centralen und der nicht centralen Strah… …Weise, wie in den Spiegeln (§. 3409.) wiederkehren, so … Verfertigung der Linsen im Auge behalten, daß sie mög… …ümmungsoberflächen mit möglichst großen Oeffnungen ver… …wir uns, *aemdcb*, Fig. 219., sei der Krümmungskreis

Fig. 219.



der einen und *feldhg* der der anderen Oberfläche einer sphärischen, doppelt convexen Linse und *k* und *i* die entsprechenden Mittelpunkte, so bildet *klmi* die Achse der von dem gemeinschaftlichen Theile *eldm* erzeugten Linse. Die Halbmesser *ke* und *ie* bestimmen die Stärke der Krümmung und daher auch die Größe der sphärischen Abweichung, das Doppelte …els *eki* oder *eik* die Weite der Oeffnung. Denken wir … hätten concentrische Kreise mit größeren Halbmessern um die …kte *k* und *i* beschrieben, so wird sich hierdurch die Oeffnung nicht … Es muß aber die Krümmung flacher werden und die Abweichung …Kugelgestalt geringer ausfallen. Es erklärt sich hieraus, weshalb … in der Regel bemühte, die Halbmesser der Linsenkrümmungen so … es nur die Nebenzwecke gestatten, auszuwählen.

…len wir uns vor, *ab*, Fig. 220., sei eine Linse, die nicht bloß 3443
… centrale Strahlen durchläßt, so können wir ihre sphärische Abweichung verkleinern oder beseitigen, wenn wir eine Blendung oder Diaphragma *cdef*, Fig. 219., d. h. eine undurchsichtige, mit einer kleinen Oeffnung *de* versehene Platte vorschieben. *cd* und *ef* halten die nicht centralen Strahlen ab. Die Oeffnung der Linse wird aber hierdurch verringert.

Betrachten wir die doppelt convexe centrirte Linse *abcd*, 3444
Fig. 221. a. f. S., so ist *gh* ihre Achsenverlängerung. Befindet

fallenden Strahles ab. Es läßt sich daher auch das Brechungsve
eines Prisma's finden, wenn die drei übrigen Größen bekannt sind.
der Strahl symmetrisch durch, so wird die für n gültige Formel
fachsten. Man kann dann auch ihre Grundwerthe in der Erfah
leichtesten ermitteln. Da man sich bisweilen dieser Vorschrift bed
um die Brechungsverhältnisse einzelner Theile des Auges zu finde
Anhang. Nr. 132. jene Formel in Nr. 132 des Anhanges entwickelt worden.

3438 Hat ein brechendes Mittel wenigstens eine gekrümmte Oberf
wird es mit dem Namen einer Linse be

Fig. 216

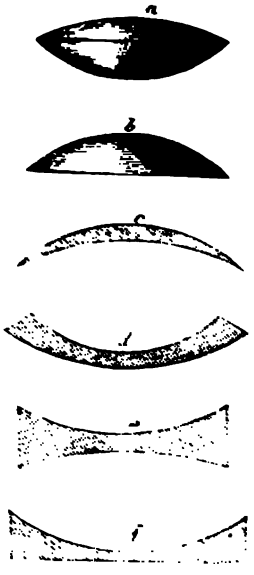


Fig. 216. zeigt uns die verschiedenen Fo
an einfachen, kugelförmig geschliffenen Lin
kommen können. Sind beide Oberflächen
baucht, a, Fig. 216., so spricht man v
biconveren oder conver-convere
Sie wird dagegen planconver, b, Fi
wenn die eine Fläche einer geraden Ebe
Ist die eine ausgebaucht und stärker g
die andere dagegen ausgehöhlt und schw
bogen, so hat man einen conver-conc
und unter den umgekehrten Krümmungsg
nen concav-converen Meniscus,
216. Der Fall, in dem beide Flächen a
sind, e, Fig. 216., entspricht einer bic
oder einer concav-concaven und der,
cher die eine eben ist, f, Fig. 216., eine
concaven Linse. Die Formen a, b u
hören zu den Sammel- und d, e und
Zerstreuungslinsen. Der Grund d
nennungen wird uns sogleich klar werden (

3439 Verbinden wir die Mittelpunkte a und b, Fig. 217., der b

Fig. 217.

gen Krümmungsflächen cde und cfe eine
gebogenen Linse, so giebt ab die Richtung d
an (§. 3270.). Besitzt der brechende Körper
krümmte und eine gerade Fläche, so erhält
Achsenbeziehung, wenn man den einen vo
Mittelpunkt mit der Mitte der ebenen Oberf
eine gerade Linie verbindet.

3440 Liegen alle Theile ähnlich und symm
die Achse, so ist die Linse centrirt. Der
ab, Fig. 217, der Achse, welcher die beid
flächen cde und cfe verbindet, heißt die größte Dicke der Li
finden wir die Vereinigungspunkte c und e durch eine gerade e
Halbiren wir einen Durchschnittspunkt g, der der optische Mitt
genannt zu werden pflegt.

3441 Verläuft der Lichtstrahl in der Achse der Linse $s''t''t'$, Fig.
bildet er einen Achsenstrahl. Der Hauptstrahl eines leuchten

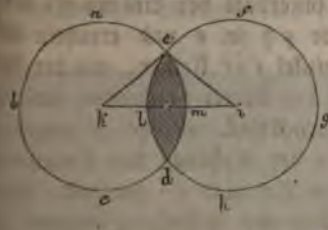
tes s'', der in der Achse liegt, muß einem Achsenstrahle entsprechen. Befindet sich dagegen der Lichtpunkt in s, so wird die Richtung seines Haupt-

Fig. 218.

strahles sa die Achse unter dem Winkel v schneiden. Ist v sehr klein, so daß der Hauptstrahl fast ungebrochen als sat durchgeht, so wird auch häufig sat mit dem Namen einer Nebenachse oder einer secundären Achse bezeichnet. Die doppelte Größe des Winkels v oder die Oeffnung, welche unter den obigen Bedingungen gestattet ist, bestimmt das Feld der Linse.

Da hier die Fehler der Abweichung von der Kugelgestalt 3442
und die Beziehungen der centralen und der nicht centralen Strahlen in ähnlicher Weise, wie in den Spiegeln (§. 3409.) wiederkehren, so muß man bei der Verfertigung der Linsen im Auge behalten, daß sie möglichst schwache Krümmungsoberflächen mit möglichst großen Oeffnungen verbinden. Denken wir uns, $aemdcb$, Fig. 219., sei der Krümmungskreis

Fig. 219.



der einen und $feldhg$ der der anderen Oberfläche einer sphärischen, doppelt conveven Linse und k und i die entsprechenden Mittelpunkte, so bildet $klmi$ die Achse der von dem gemeinschaftlichen Theile $eldm$ erzeugten Linse. Die Halbmesser ke und ie bestimmen die Stärke der Krümmung und daher auch die Größe der sphärischen Abweichung, das Doppelte des Winkels eki oder eik die Weite der Oeffnung. Denken wir uns, wir hätten concentrische Kreise mit größeren Halbmessern um die Mittelpunkte k und i beschrieben, so wird sich hierdurch die Oeffnung nicht ändern. Es muß aber die Krümmung flacher werden und die Abweichung von der Kugelgestalt geringer ausfallen. Es erklärt sich hieraus, weshalb man sich in der Regel bemühte, die Halbmesser der Linsenkrümmungen so groß, als es nur die Nebenzwecke gestatten, auszuwählen.

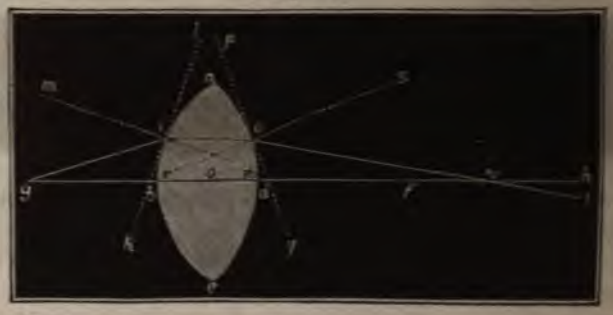
Stellen wir uns vor, ab, Fig. 220., sei eine Linse, die nicht bloß 3443
centrale Strahlen durchläßt, so können wir ihre sphärische Abweichung verkleinern oder beseitigen, wenn wir eine Blendung oder Diaphragma $cdef$, Fig. 219., d. h. eine undurchsichtige, mit einer kleinen Oeffnung de versehene Platte vorschieben. cd und ef halten die nicht centralen Strahlen ab. Die Oeffnung der Linse wird aber hierdurch verringert.

Fig. 220.

Betrachten wir die doppelt convere centrirte Linse $abcd$, 3444
Fig. 221. a. f. S., so ist gh ihre Achsenverlängerung. Befindet

sich der leuchtende Punkt g innerhalb gh, so wird sein Hauptstrahl den Achsenstrahl gb bilden. Da aber gb auf der durch b an

Fig. 221.



und bd auf der durch d gelegten Tangente senkrecht steht, so geht der Hauptstrahl gb ohne weitere Ablenkung als $gbdh$ fort. Ein Nebenstrahl gi dagegen wird eine doppelte Brechung, eine an der Vorderfläche der Linse $aibc$ und eine zweite an der Hinterseite $aodc$ erleiden.

Berührt der Strahl gi die Vorderfläche in dem Punkte i, so sei kl die durch i gelegte Tangente und mn das Einfallsloth, das in i auf kl senkrecht steht. Bricht die Linse stärker, als das Mittel, in dem sich g befindet, so muß der Brechungswinkel nio kleiner, als der Einfallswinkel gim sein. Der Strahl wird daher in io innerhalb der Linsenmasse fortgehen. Legen wir wiederum die Tangente pq in o und errichten das Einfallsloth rs, so ist jetzt der Einfallswinkel ior kleiner, als der Ablenkungswinkel sow, weil der Strahl aus der stärker brechenden Linse in das frühere schwächer ablenkende Mittel zurückkehrt. Ginge gi ungebrochen fort, so würde er sich immer mehr von der Richtung der Linsenachse gh entfernen. Die erste Brechung in i, die ihn nach io umlenkt, führt ihn schon gh näher. Die zweite bei o eintretende Ablenkung wendet ihn noch weiter nach gh, so daß er endlich die Verlängerung der Achse der Linse in dem Punkte w durchschneidet.

Denken wir uns die ganze Fig. 221. um g herumgedreht, so erhalten wir einen von dem Punkte g ausgehenden Lichtkegel vor der Linse, und einen zweiten entsprechend großen, der seine Spitze in w hat, hinter derselben. Die Strahlen, die von dem Punkte g ausgegangen sind, vereinigen sich wieder in w. w bildet daher den **Brennpunkt** für g. Sie fahren aber wiederum hinter w aus einander. ht ist daher der Halbmesser eines **Zerstreuungskreises** der von g sich verbreitenden Strahlen. Eben so werden wir einen vorderen Zerstreuungskreis in f erhalten, weil sich hier die Strahlen ow und dw noch nicht vereinigt haben. Da man aber nur dann deutliche Bilder bemerkt, wenn Punkt für Punkt wiedergegeben wird, so folgt von selbst, daß der Brennpunkt w die einzige Stelle liefert, welche dieser Forderung genügen kann.

3345 Liegt der Leuchtpunkt s, Fig. 222., in einer Nebenachse st (§. 3441.), so fällt auch der Brennpunkt in einen Punkt t derselben, der aber an der

ten Seite der Linse liegt. Die gebrochenen Strahlen dt und en hier den einfallenden sd und sd'. Errichten wir von s

Fig. 222.

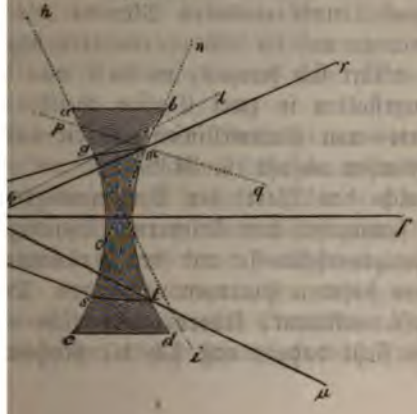
e Perpendikel ss'' und tt'', so bleiben die Beziehungen die glei- n sich der Leuchtpunkt in s'' und der Brennpunkt in t'' befände. Punkt s'', Fig. 222., seinen Brennpunkt in t'' hat, so wird rt s'' zum Brennpunkte werden, wenn t'' die Rolle des übernimmt. Aendert s'' seine Entfernung von a, geht z. B. so muß auch die Stellung von t'' wechseln, t'' rückt nach t'. daher zwei Punkte, von denen der eine den Leuchtpunkt und en Brennpunkt darstellen kann, **verbundene** oder **wechsel- njugirte Brennpunkte**. Der Abstand des Brennpunktes ischen Mittelpunkte a der Linse heißt die **Vereinigungs- Brennweite** oder die **Focaldistanz**. Sie ist daher at ür s'' und as'' für t''. Anhang Nr. 139.

e Entfernung $s''a$, Fig. 222., unendlich groß, so daß man 3446 en Strahlen als parallel, wie es Fig. 223. zeigt, ansehen kann (§. 3399.), so vereinigen sie sich in einem Punkte F, den man den **Hauptbrennpunkt** der Linse nennt. Liegt umgekehrt der Leuchtpunkt in dem Haupt- brennpunkte F, so treten die Strahlen sowohl unter sich, als mit der Achse parallel, zur

Fig. 223.

Es ergiebt sich daher von selbst, daß der Hauptbrennpunkt denen Brennpunkt besitzt.

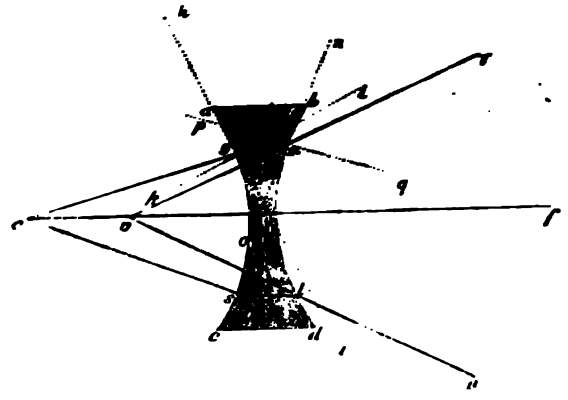
Fig. 224.



Untersuchen wir 3447 die Verhältnisse, wie sie sich für eine dop- pelt concave stärker brechende Masse $abcd$, Fig. 224., darstel- len, so sei wieder- um ef die Achse der- selben und e der in ihr liegende leuchtende Punkt. Der Haupt- strahl wird als Achsen- strahl evf ungebro-

chen durchgehen. Der Seitenstrahl eg dagegen berührt den Punkt g des höhlten Ablenk körpers. Ist k durch g gelegt gente und kl d fallsloth, so egk dem Einfalls- u dem kleiner chungswink Strahl durch her die Lin Bahn gm wiederum n gente für n das Einfal haben wir

Fig. 225.



kleineren Einfallswinkel gmp und den größeren Ablenkungsw Der Strahl läuft also in der Richtung mr weiter.

Man sieht bald, daß die Verhältnisse, welchen wir hier denen der doppelt converen Linsen gerade entgegengesetzt sind. e nach g gehende Strahl entfernt sich immer mehr von der evf. Die erste Brechung lenkt ihn weiter in gm und die weiter in mr ab. mr und ef können sich nie hinter der Li Ihr Durchschnittspunkt v, der dem Brennpunkte entspricht, li Linse oder an derselben Seite, an der sich der Lichtpunkt be anderer Strahl es, der unter dem gleichen Winkel von der A geht, verläuft in ähnlicher Weise in $estu$ und hat ebenfalls se schnittspunkt in v.

3448 Betrachten wir die Linse als die trennende Scheidewand Brennpunkt reell, wenn er an der entgegengesetzten, und wenn er an derselben Seite, wie der Leuchtpunkt, liegt. converen Linsen haben daher reelle und die doppelt concav Brennpunkte. Die für die Linsen giltige Grundformel lehrt sich die planconveren und conver-concaven Menisci wie j Linsenarten, die planconcaven und die concav-converen dageg letzteren verhalten. Es erklärt sich hieraus, weshalb man die lichen sphärischen Linsengestalten in zwei Classen theilt, vo eine drei verschiedene Arten von Sammellinsen und die ander tungen von Zerstreuungslinsen umfaßt (§. 3438.).

3449 Die Gleichung, welche den Werth der Vereinigungswei enthält eine Reihe von summatorischen Gliedern. Diejenigen die nur von dem Brechungsverhältnisse und den Krümmung abhängen, sind mit keinen höheren Potenzen verbunden. Die denen die Dicke der Linse vorkommt, führen quadratische od höhere Potenzen. Man sieht daher, daß sich die Rechnun

ıfacht, wenn man die Dicke der Linſe ohne erheblichen Fehler ver-
iſſigen kann. Da man nun möglichſt große Krümmungshalbmeſſer
ie gewöhnlichen Gläſer wählt, ſo bedient man ſich auch häufig die-
bgekürzten Verfahrens. Wir werden es ebenfalls in der Folge bei
Betrachtung der Brillen gebrauchen. Beſitzen dagegen die Halbmeſſer
bedeutende Größe im Verhältniß zur Linſendicke, ſo muß man die
ımeren Formeln den Betrachtungen zum Grunde legen. Es wird ſich
: finden, daß wir dieſen beſchwerlicheren Weg für die Beſtimmung
ereinigungsweite des menſchlichen Auges und der daran ſich knüpfen-
ſragen vorzuziehen genöthigt ſind.

Befindet ſich der Leuchtpunkt in einer endlichen Entfernung, ſo muß 3450
dieſer Abſtand in Rechnung gebracht werden. Wird er aber unend-
roß, d. h. betrachtet man parallele Strahlen, ſo fällt wiederum ein
gungsglied hinweg. Kennt man dann nur das Ablenkungsverhältniß Anhang Nr. 138, Gleich. Nr. 11 und 12
ie beiden Krümmungshalbmeſſer, ſo ergiebt ſich die Hauptbrennweite
infacheren Formeln, man mag die Dicke der Linſe in Betracht ziehen
nicht.

Kennen wir die Brennweite α, ſo iſt es bequemer, wenn man die 3451
)en Gleichungen nicht für α, ſondern für $\frac{1}{\alpha}$ beſtimmt, weil ſich dann
eränderungen für unendliche Entfernungen leichter überſehen laſſen.
wollen der Kürze wegen die Größe, welche auf dieſe Weiſe 1 zum
r und einen gewiſſen Werth zum Nenner hat, als Einheitsbruch
Werthes bezeichnen.

Vernachläſſigt man die Dicke einer biconveren Linſe, ſo ergiebt ſich 3452
:er Hauptformel, daß die Summe der Einheitsbrüche der wechſelſeiti-
Brennweiten der Summe der Einheitsbrüche der beiden Krümmungs-
ieſſer multiplicirt mit dem um 1 verminderten Brechungsverhältniſſe
t. Der letztere Werth liefert aber den Einheitsbruch der Haupt-
weite, wenn die Strahlen parallel werden. Haben die beiden Krüm-
shalbmeſſer dieſelbe Größe, ſo gleicht die Hauptbrennweite dem
mungshalbmeſſer getheilt durch den doppelten Werth der um 1 ver-
rten Ablenkungscoefficienten.

Anhang Nr. 138, Gleich Nr 12 und 13.

Anhang Nr. 138. Gleich Nr 14.

Man kann im Allgemeinen annehmen, daß der Brechungscoefficient 3453
Glaſes nicht weit von 1,5 abweicht. Der um 1 verminderte Ablen-
inder beträgt daher ½. Die Hauptbrennweite einer biconveren oder
aven Glaslinſe entſpricht dann dem gleichen Krümmungshalbmeſſer
:iden Flächen.

Es kann bei ſphäriſchen Brillengläſern vorkommen, daß man den 3454
mungshalbmeſſer aus dem Hauptbrennpunkte wenigſtens annähernd
men will. Man ſieht leicht, daß dieſes am einfachſten möglich wird,
die beiden Krümmungen unter ſich gleich ſind (§. 3453.). Iſt die-
icht der Fall, ſo muß man wenigſtens den einen Krümmungshalb-
: kennen, um den anderen zu berechnen. Nehmen wir wieder
$1 = ½$ an, ſo gleicht der Einheitsbruch des geſuchten doppelten
neſſers oder der des Durchmeſſers des Krümmungskreiſes dem Ein-

Anhang Nr. 113. Gleich. Nr. 13. heitsbruche der Hauptbrennweite minus dem des bekannten Krümmu durchmessers.

3455 Kennt man zwei wechselseitige Brennpunkte und die beiden Kr mungshalbmesser einer biconveren Linse, die aus einer gewissen M verfertigt ist, so kann man hieraus das Brechungsverhältniß von di

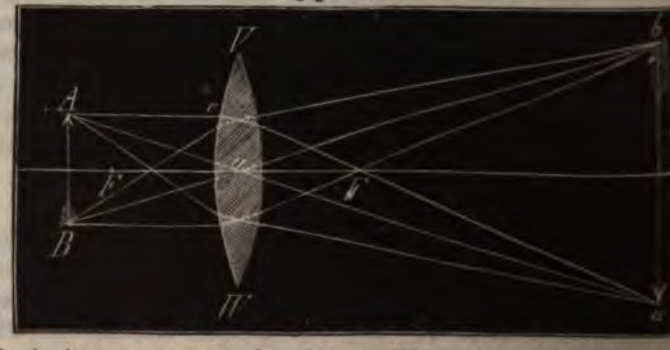
Anhang Nr. 113. Gleich. Nr. 19. bestimmen. Der um die Einheit verminderte Ablenkungscoefficient gl dann der Summe der Einheitsbrüche der wechselseitigen Brennpunkt theilt durch die Summe der Einheitsbrüche der Krümmungshalbm

Anhang Nr. 113. Gleich. Nr. 19. Wählt man parallele Strahlen, so vereinfacht sich der Ausdruck da daß der um 1 verminderte Ablenkungscoefficient gefunden wird, u man den Einheitsbruch der Hauptbrennweite mit einem Bruche multi cirt, dessen Zähler das Product und dessen Nenner die Summe der bei Krümmungshalbmesser ist. Werden endlich die beiden Krümmungsha messer gleich, so erhält man den Ablenkungscoefficienten, wenn man Anhang Nr. 113. Gleich. Nr. 20. Krümmungshalbmesser durch das Doppelte der Hauptbrennweite theilt u 1 hinzufügt. Wir werden in der Folge sehen, daß einzelne Forscher di Regeln gebrauchten, um die Brechungsverhältnisse mancher Theile Auges zu ermitteln.

3456 Betrachten wir die Bilder, welche biconvere Linsen liefern, so s wir im Stande, uns im Wesentlichen desselben Verfahrens, das wir sc für die Verhältnisse der Spiegel gebraucht haben (§. 3415.), zu be nen. Man kann das Gleiche auf die übrigen Formen der sphäris Linsen mit den nöthigen Veränderungen, die bei einigem Nachdenken b gefunden sind, anwenden.

3457 Gesetzt VW, Fig. 226., sei die doppelt convere Linse und AB

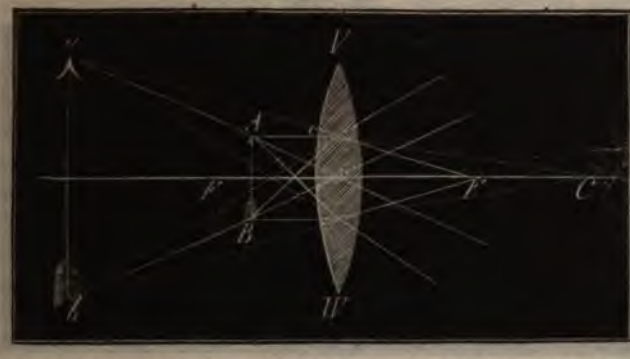
Fig. 226.



Gegenstand, der nur centrale Strahlen entläßt und jenseit des einen Ha brennpunktes F liegt, so muß der Hauptstrahl AOa den optischen Mi punkt O der Linse durchsetzen und den wechselseitigen Brennpunkt in s Orte seiner Bahn aufnehmen. Ein Seitenstrahl Ae, der der Linsena FOF parallel ist, wird durch den Hauptbrennpunkt F gehen und die benachse AOa in a schneiden. a bildet daher den wechselseitigen Br punkt für A (§. 3445.). Da nun b in demselben Verhältnisse zu B s so folgt, daß ein Gegenstand AB oder ab, der jenseit des Hauptbre punktes F liegt, ein umgekehrtes reelles Bild liefern muß.

Betrachten wir aber den Fall, in dem der Gegenstand AB, Fig. 227., 3458
ischen dem Hauptbrennpunkte F und der biconveren Linse VW liegt,

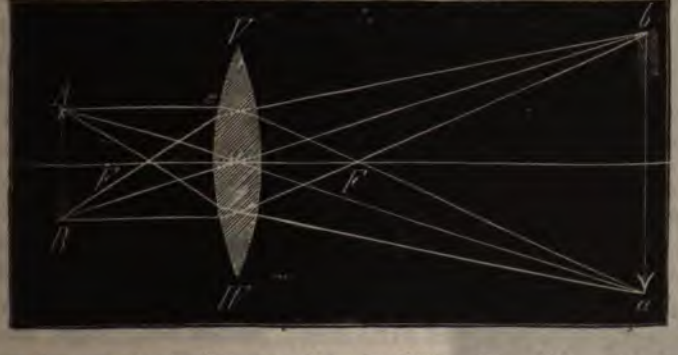
Fig. 227.



geht die Richtung des Hauptstrahles in AO dahin. Ein der Achse pa-
lleler Strahl Ae muß so gebrochen werden, daß er durch den entgegen-
setzten Hauptbrennpunkt F verläuft. Seine Richtung und die des Haupt-
ahles AO durchschneiden sich aber nicht hinter, sondern vor der Linse
a. Wir erhalten daher hier ein virtuelles aufrechtes Bild ab, das Anhang Nr. 133. Schluß
ter, als der Gegenstand von der Linse absteht. Denken wir uns, das
ge eines Menschen befinde sich jenseit der Linse, an einem Orte der
ese OFC, so wird es das Bild vergrößert, als ab, erblicken. Der
ebrauch der einfachen Lupen beruht auf diesem Verfahren. Wir nähern
Linse so sehr, daß der Gegenstand AB zwischen ihr und ihrer Haupt-
ennweite zu stehen kommt und erblicken dann das virtuelle vergrößerte
ild ab in Lagenbeziehungen, die denen des Gegenstandes AB entspre-
en. ab wird um so kleiner, je mehr sich AB der Linse VW nähert.

Kehren wir wiederum zu dem Falle, in dem sich der Gegenstand AB, 3459
g. 228., jenseit des Hauptbrennpunktes F befindet, zurück, so haben

Fig. 228.

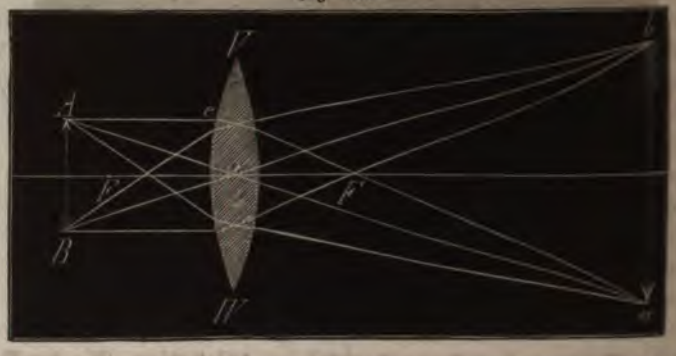


zwar immer ein reelles umgek.hrtes Bild. Fig. 228. zeigt uns aber
ittelbar, daß es von dem Abstande von F abhängt, ob wir zugleich
r Vergrößerung oder einer Verkleinerung begegnen. AB wird natür-

Anhang Nr. 133, Gleich. Nr. 17

lich in seiner wahren Größe erscheinen, wenn die Punkte A und B so weit von der Linse als a und b abstehen. Die optischen Formeln ren aber, daß dieser Bedingung Genüge geleistet wird, wenn AB

Fig. 229.



ab um das Doppelte der Hauptbrennweite von der Linse entfernt li
Befindet sich daher der Gegenstand AB zwischen der einfachen und
Anhang Nr 133. Schluß. doppelten Brennweite, so ist das reelle umgekehrte Bild vergrößert.
nimmt um so mehr an Umfang zu, je näher AB dem Hauptbrennpu
F rückt. Der Lichtpunkt, der in F selbst liegt, giebt zuletzt para
Strahlen und kein Bild eines Punktes. Befindet sich aber der Gegens
ab jenseit der doppelten Hauptbrennweite, so wird das Bild AB ver
nert ausfallen. Es muß um so mehr an Umfang verlieren, je weiter
AB von VW entfernt. Würden endlich alle zwischen a und b ausgel
den Strahlen parallel, so müßten sie sich in F sammeln. Man erh
hier einen Punkt statt der Ausdehnung ab.

Das Objectiv b, Fig. 230., des rein dioptrischen zusamm
gesetzten Mikroskopes
fert solche umgekehrte und
größerte Bilder des unter
ten kleinen Gegenstandes.
Man betrachtet sie dann
deren Ocular c, wie mit
Lupe. Es wird daher zu r
oder vorn, was in der
lichkeit links oder hinte
und umgekehrt.

Fig. 230.

Fig. 231.

3460

Wir haben bis jetzt
Linsen von gleichartiger
senbeschaffenheit berücksich
Es kann aber auch der
vorkommen, daß ein
chungskörper zwiebelartig,
es Fig. 231. andeutet,
schichtet ist. Bietet ein Li

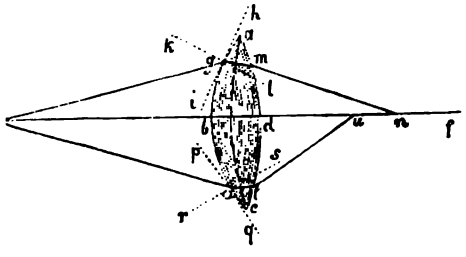
ſtem einen Bau der Art dar, ſo ſpricht man von polygonalen der geſchichteten Linſen. Buffon beſchäftigte ſich ſchon mit ihen im vorigen Jahrhundert. Fresnel wandte ſie für die Leuchtthürme an. r gab ihnen zu dieſem Zwecke ungleiche, nicht ſphäriſche Krümmungen. die der einzelnen Schalen waren aber ſo berechnet, daß alle einen gemeinſchaftlichen Brennpunkt hatten. Das Licht des Leuchtthurmes ſteht ſehr als möglich in dieſem Brennpunkte. Die Strahlen treten daher ahebei parallel aus. Da aber die Abnahme der Lichtſtärke in großen ntfernungen von der Divergenz der Strahlen weſentlich abhängt, ſo gewinnt man auf dieſe Weiſe an Leuchtkraft für größere Abſtände.

Die Hornhaut, der Glaskörper und vorzüglich die Kryſtalllinſe bilden ſolche 3461
eſchichtete Ablenkungsmaſſen. Wir wollen daher den einfachſten Fall, in dem e gleichgekrümmten Lagen ſphäriſch und concentriſch ſind, näher betrachten.

Da *a* (Fig. 231.) einen kleineren Krümmungshalbmeſſer als *b*, *b* ei- 3462
n kleineren als *c* hat u. ſ. f., ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß die Krümmungen von außen nach innen zunehmen. Das Brechungsverhältniß kann er in den einzelnen Schichten *a*, *b*, *c*, *d* u. ſ. w. wechſeln. Wir wollen hier nur den für das Auge anwendbaren Fall, in welchem das Brechungsverhältniß von außen nach innen, von *f* nach *a* der Reihe nach zunimmt, betrachten. Soll uns der Einfluß, den die Schichtung und die von außen nach innen wachſende Ablenkung ausübt, klar werden, ſo müſſen wir zunächſt einige Grundverhältniſſe der ſphäriſchen Abweichung der Linſen (3442.) kennen lernen.

Nehmen wir an, *abcd*, Fig. 232., ſei eine Linſe, zu welcher nicht 3463
centrale Strahlen gelangen, *ef* die Achſe und *e* ein in ihr befindlicher Leuchtpunkt, *eg* ein Strahl, der näher zur Achſe *ef*, als *eo* einfällt, ſo daß der Winkel *geb* kleiner, als der Winkel *oeb* iſt, ſo wird auch der Einfallswinkel *egk* kleiner, Anhang Nr. 134. als der Einfallswinkel *eor* ſein. Es läßt ſich nun beweiſen, daß ſowohl der erſte gebrochene Strahl *gm*, als der zweite *mn* weiter gegen die Achſe *ef* geneigt iſt, als die zweiten gebrochenen Strahlen *ot* und *tu*. Der Leuchtpunkt *e* hat daher eine größere wechſelſeitige Brennweite, wenn ſein Strahl als *eg*, d. h. näher zur Achſe *ef* oder unter einem kleineren Ausgangswinkel auffällt und umgekehrt. Die Vergrößerung der Oeffnung verkürzt daher die Brennweite. Sie wirkt ſo, als wenn ſich der Leuchtpunkt *e* weiter von der Linſe *abcd* entfernt hätte.

Fig. 232.



Parallele Strahlen bieten die gleiche Grunderſcheinung dar. Die, welche 3464
näher von der Achſe auffallen, haben ihren Vereinigungspunkt in *a*, Fig. 3. auf folg. Seite, die näheren in *b* und die noch näheren in *c*. Die Vergrößerung der Oeffnung bewirkt aber in beiden Fällen, daß ſich die Strahlen, die ungleich weit von der einen Seite der Achſe und über ihr

einfallen, an ungleichen Punkten unter der Achse hinter der Linse durc

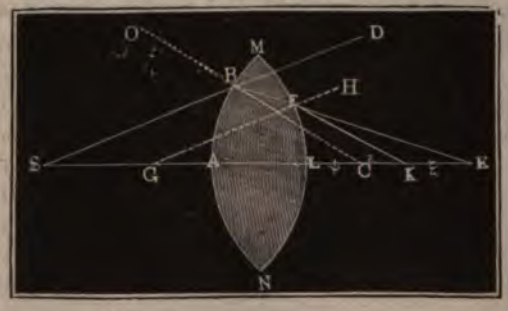
Fig. 233.

schneiden. Diese Durchschnittspunkte geben eine Curve, die man mit dem Nam der dioptrischen Brennlinie oder der diakaustischen Linie bezeich

3465 Jede Linse bietet eine sphärische Abweichung dar, so wie nur Strahlen in einer merklichen Entfernung von der Achse auffallen. haben aber schon früher (§. 3409.) gesehen, daß dieser Fehler für centr Strahlen nicht berücksichtigt zu werden braucht, weil hier der Oeffnun winkel der Linse als verschwindend klein betrachtet werden kann. Die sphäri Abweichung wird sich aber für jeden nicht centralen Strahl bemerklich mac

3466 Wir wollen nun untersuchen, von welchen Bedingungsgliedern abhängt. Ist SE, Fig. 234., die Centrallinie der Linse $MANL$, C

Fig. 234.



Krümmungsmittelpun der Vorderfläche MB und G der der Hin fläche $MFLN$, endlic ein Leuchtpunkt, der Strahl SB entläßt, kann man beweisen, der Winkel DBC, den Halbmesser BC mit Verlängerung BD Strahles SB einschli dem ersten Einfallswi gleicht. Man braucht sich nur zu erinnern, daß der Halbmesser BC der durch B gelegten Tangente senkrecht steht und daß mithin OC Einfallsloth ist (§. 3404.). FBC giebt den ersten Brechungswinkel. so entspricht BFG dem zweiten Einfalls- und HFK dem zweiten lenkungswinkel. Der wechselseitige Brennpunkt liegt daher in E für erste und in K für die erste und die zweite Brechung zusammengenomm Befindet sich dasselbe Mittel vor und hinter der Linse und nennen den verhältnißmäßigen Brechungscoefficienten von dieser n, so haben für B den Werth n und für F den $\frac{1}{n}$.

Der erste Einfallswinkel $DBC=(\psi+BSC)$ hängt von den Gr SC, BC und ψ oder, da $AC=BC$, von dem Abstande des Le punktes SA, dem ersten Krümmungshalbmesser BC und dem Oeffnu winkel ψ ab. Es wird mithin der erste Brechungswinkel oder die BE von jenen drei Gliedern und dem Brechungsverhältniß bestimmt.

Der zweite Einfallswinkel muß sich nach dem ersten Brechungswinkel
BC, dem zweiten Krümmungshalbmesser FG und der Länge des Weges
F richten. BF selbst wird aber durch den früheren Brechungswinkel
BC und die Dicke der Linse AL bestimmt. Diese letztere hängt von
i beiden Krümmungshalbmessern BC und FG und dem gegenseitigen
stande der beiden Mittelpunkte GC ab. Der zweite Brechungswinkel
t dieselben Bedingungsglieder im Verhältniß zum zweiten Einfallswin-
, wie der erste Ablenkungs- zum ersten Einfallswinkel.

Die Vereinigungsweite LK hängt von dem gemeinschaftlichen Ein-
se der beiden Brechungen ab. Stellen wir uns ihre Bedingungsglieder,
: wir sie eben gefunden haben, zusammen, so erhalten wir: 1) die
ffnung der Linse ψ. 2) Den Abstand des in der Achse befindlichen
chtpunktes SA. 3) Die beiden Krümmungshalbmesser BC und FG.
Den Brechungscoefficienten n und endlich 5) die gegenseitige Entfer-
ig der beiden Krümmungsmittelpunkte GC.

Vergrößert sich der Abstand des Leuchtpunktes, so bleiben natürlich 3467
enungeachtet die Werthe der Krümmungshalbmesser, der gegenseitigen
ffernung der Mittelpunkte und das Brechungsverhältniß die gleichen.
ll die Vereinigungsweite dieselbe sein, so muß eine andere Oeffnungs-
te in Anspruch genommen werden. Eben so wird umgekehrt jeder
chsel der Oeffnung die Vereinigungsweite ändern.

Die beiden Krümmungen, die eine irgendwie gestaltete Linse besitzt, 3468
nen sich in Betreff der sphärischen Abweichung unterstützen oder aus-
ichen. Diese wird sich in dem ersten Falle vergrößern und in dem
ten verkleinern. Bietet eine Linse eine möglichst geringe Kugelabwei-
ng für ihre größte Oeffnung dar, so heißt sie eine Linse von bester
rm. Da hier die Oeffnung eine beständige Größe ist, so muß natür-
auch die Entfernung des Leuchtpunktes unveränderlich sein. Man wird
n hieraus ersehen, wie jede Linse von bester Form diese Eigenschaft
für eine bestimmte Entfernung des Leuchtpunktes besitzt. Kommt ihr
Vorzug für parallele Strahlen zu, so verliert sie ihn, so wie der Leucht-
kt in einer endlichen Entfernung liegt. Hat sie ihn für einen bestimmten
and, so besitzt sie ihn weder für einen anderen, noch für parallele Strahlen.

Vernachlässigt man die Dicke der Linse, so fällt auch das eine Glied, 3469
gegenseitige Abstand der Krümmungsmittelpunkte aus der Betrachtung
weg. Es bleiben daher nur die sich gegenseitig bedingenden Werthe
Oeffnung der Linse und der Entfernung des Leuchtpunktes, so wie
beständigen Größen der beiden Krümmungshalbmesser und des Ablen-
gsverhältnisses zurück. Die drei letzteren unveränderlichen Factoren
immen aber die Brennweite der Linse. Wir haben daher nur die
ffnung und die wechselseitigen Brennweiten zu berücksichtigen.

Die Formeln, welche die Analyse ergiebt, lehren, daß die Längen- 3470
veichung wegen der Kugelgestalt mit dem Quadrate der Oeffnung und Anhang Nr. 134. Gleich. Nr. 1. u. Nr. 2.
gekehrt, wie die Brennweite wächst. Der Durchmesser des Abwei-
ngskreises vergrößert sich mit dem Cubus der Oeffnung und entgegen-
etzt, wie das Quadrat der Brennweite.

3471 Lassen wir die Dicke außer Acht, so werden wir eine Linse
ster Form verfertigen können, wenn uns das zweckmäßigste Ver
der beiden Krümmungshalbmesser bekannt ist. Es ergiebt sich ab
dem Früheren, daß wir hierzu den Brechungscoefficienten und zwe
selseitige Brennweiten nöthig haben.

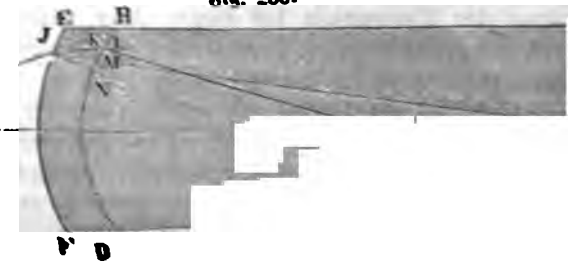
3472 Berücksichtigt man nur parallele Strahlen, so daß die eine
weite hinwegfällt und die andere in die Hauptbrennweite übergy
Anhang Nr. 134. Gleich. Nr. 3 u. Nr. 4. vereinfacht sich die Gleichung für die beste Linsenform in hohem
Es fällt selbst der Werth der Hauptbrennweite gänzlich weg. M
nur die Beziehung der beiden Krümmungshalbmesser auf der ein
gewisse Factoren der Brechungsverhältnisses auf der anderen Seit

3473 Nehmen wir an, dieses gleiche für Glas 1,53, so erhalten
Linse von bester Form für parallele Strahlen, wenn sich der Krü
halbmesser der Vorderfläche zu der der Hinterfläche, wie 1:7,32
Betrüge der Brechungsinder 1,47, so fänden wir 1:5,06. Wir
in der Folge diesen zweiten Werth für die Betrachtung der Kry
des Menschen gebrauchen können.

3474 Kehren wir zu den Eigenschaften der geschichteten Linsen, de
chungsverhältniß von außen nach dem Kerne stetig zunimmt, z
führt die Betrachtung derselben zu Untersuchungen, welche schon
nomen der atmosphärischen Strahlenbrechung wegen anstellten.
wir uns die Luft als eine geschichtete, um die Erde herumgeh
mit ihr concentrische Kugelschale, so wird die Dichtigkeit und mi
der Brechungscoefficient der einzelnen Lagen, wenn auch nicht glei
wie viele Optiker glauben, doch wenigstens immer fort zunehm
Stern, der im Zenith des Beobachters steht, erscheint an seinem
Orte, weil sein Richtungsstrahl mit dem Einfallsloth der Ku
zusammenfällt. Die Strahlen dagegen, die von jedem anderen
kommen, werden um so mehr abgelenkt, je näher sie dem Hori
gen. Sie beschreiben eine krumme Linie, deren Converität g
Zenith gerichtet ist. Die Sterne, von denen sie kommen, schein
höher zu stehen. Die mathematische Betrachtung dieser Verhältn
Anhang Nr. 135. auch schon den Hauptsatz, auf den sich die Untersuchung der ge
Linsen stützt, kennen gelehrt.

3475 Wollen wir uns den vorzüglichsten Vortheil, der sich durch
chen läßt, ohne weitere mathematische Deduction anschaulich m
verfahren wir am einfachsten, wenn wir annehmen, *A*, *B*
sei ein Mittel, das den Brechungscoefficienten *n* und vorn de

Fig. 235.



ɜshalbmeſſer CN hat: Die Kugelſchicht $BDFE$, die ſich unmittelbar
ihm befindet, beſitzt das kleinere Ablenkungsverhältniß $n-b$, den
:ren Krümmungshalbmeſſer CJ und den gleichen Krümmungsmittel-
t C. Iſt SG die Achſe und SJ ein von S ausgehender Strahl, ſo
ıt KJC dem Einfallswinkel und CJ dem Einfallslothe. Der kleinere
ɔungscoefficient $n-b$ möge nun bewirken, daß der Strahl SJ in
reiter geht.

Hätte die vordere Kugelſchale $BDFE$ das größere Ablenkungsverhält-
n, ſo würde ſich der gebrochene Strahl dem Einfallslothe CJ in hö-
n Maaße nähern und in JM dahingehen. Da ſich der Ablenkungs-
icient nicht weiter ändert, ſo müßte er in der Verlängerung von
ferner verlaufen und die Achſe SG in G ſchneiden.

Der Strahl, der durch die ſchwächer brechende Kugelſchale gegangen
trifft aber die Krümmungsfläche BND weiter von der Achſe entfernt
unter einer größeren Oeffnung, nämlich in L ſtatt in M. Er muß
nach §. 3463: die Achſe früher, in H, ſchneiden. Die Schichtung
ɔachſendem Brechungsverhältniſſen hat daher die wechſelſeitigen Brenn-
: S und H näher gebracht, als wenn die Maſſe gleichförmig geweſen
und durchgängig das höhere Brechungsverhältniß n gehabt hätte.
Grund dieſer ſcheinbar auffallenden Thatſache liegt aber nur darin,
ie ſchwächere Ablenkung der erſten Kugelſchale eine größere Oeff-
für die zweite ſtärkere Krümmungsfläche herbeiführte und daher die
nſchaftliche Wirkung ihres höheren Ablenkungsverhältniſſes und ihrer
mungshalbmeſſer noch mehr vergrößerte.

ɛs läßt ſich ſchon mit Hilfe der ebenen Trigonometrie nach Schläfli 3476
en, daß das Gleiche für eine geſchichtete Linſe, deren Brechungs- Anhang Nr. 135.
tniß von der Oberfläche nach dem unendlich kleinen Kern hin zu-
t, der Fall iſt. Sie hat ebenfalls eine nähere Brennweite, als eine
ırtige Linſe von derſelben Form und Größe, deren Brechungsver-
ß dem höchſten Werthe der geſchichteten, nämlich dem des Kernes
. Soll aber die Brennweite einer gleichartigen Linſe kürzer wer-
ɔ muß ſich das Brechungsverhältniß oder die Oeffnung vergrößern.
en wir daher zwei Linſen von derſelben Form und Größe, von de-
ie eine gleichartig iſt, das Brechungsverhältniß n überall beſitzt, die
: dagegen einen concentriſch geſchichteten Bau und ein von außen
:er Mitte von $n-b$ bis n ſtetig ſteigendes Brechungsverhältniß dar-
, ſo müßte ſich noch das Brechungsverhältniß der erſteren von n auf
erhöhen, wenn beide übereinſtimmen ſollten.

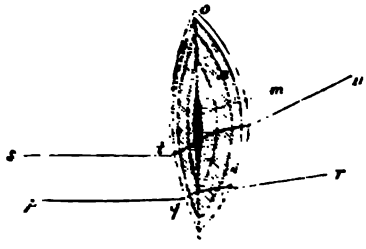
Will man die allgemeine Formel für die Vereinigungsweite einer 3477
hteten Linſe finden, ſo muß man die ganze Frage, wie Schläfli
:han, auf dem Wege der höheren Analyſe zu ermitteln ſuchen. Man
dann eine Gleichung, in der die beiden Krümmungshalbmeſſer der
ſten, am ſchwächſten ablenkenden Linſenſchicht und die des Kernes,
: die Brechungscoefficienten von dieſer und jener als Bedingungs-
r auftreten. Sucht man das höhere Brechungsverhältniß, das einer
ırtigen Linſe von derſelben Form und Größe entſprechen würde, ſo

Anhang Nr. 135. Gleich. Nr. 1. muß man vorerst die Vereinigungsweite, die den beiden Oberflächen der ganzen Linse und dem schwächeren Brechungscoefficienten der äußersten Schicht angehört, auffinden. Hat man diese längste Vereinigungsweite, so ergiebt sich der gesuchte Brechungscoefficient der gleichartigen Linse von derselben Form und Größe aus einer quadratischen Gleichung, in

Anhang Nr. 135. Gleich. Nr. 2. der jene längste Vereinigungsweite der Oberfläche der geschichteten Linse und die vier Krümmungshalbmesser der äußersten Begrenzungen und des Kernes der Linse auftreten. Wir werden auf diesen Punkt bei der Betrachtung der Krystalllinse des Auges zurückkommen.

3478 Wir können uns jetzt den Hauptnutzen der Schichtung begreiflich machen. Denken wir uns, Fig. 236. stelle uns eine gleichartige Linse und st und pq nicht centrale Strahlen, die divergent auffallen, vor, so wird qr die Achse früher schneiden, als tu. Wir werden auf diese Weise eine gewisse sphärische Abweichung erhalten. Ist dagegen die Linse geschichtet und nimmt das Brechungsverhältniß von dem Kern m nach der Oberfläche hin ab, so geht der entferntere Strahl pq durch Lagen von geringerem, und der näheren st durch solche von stärkerem Brechungsvermögen. Es ergiebt sich von selbst, daß dieses Verhältniß die Längenabweichung, die für die gleichartige Linse von derselben Form und Größe auftritt, vermindern kann, d. h. die Oeffnungsgrenze, bei welcher die Strahlen noch als centrale gelten, erweitert sich für die geschichtete im Verhältniß zu der gleichartigen Linse.

Fig. 236.



3479 Der Oeffnungswinkel einer gewöhnlichen Glaslinse darf kaum 10 bis 12° oder höchstens 15° überschreiten, wenn die Randstrahlen keine wesentlichen Störungen verursachen sollen. Die früher (§. 3460.) erwähnten polyzonalen Linsen von Fresnel, die auch Mallet[1]) für Eisenbahnsignale gebrauchte, vertragen in dieser Hinsicht 40°. Wir werden finden, daß die Krystalllinse diesen Werth noch überschreitet.

3480 Fassen wir das Ergebniß dieser Untersuchungen zusammen, so können wir die Vortheile einer geschichteten Linse, deren Brechungsverhältniß von außen bis zu einem unendlich kleinen Kerne stetig zunimmt, auf drei verschiedene Gesichtspunkte zurückführen:

1) Soll die geschichtete Linse in ihrer Vereinigungsweite mit einer gleichartigen von derselben Form und Größe übereinstimmen, so muß diese ein höheres Brechungsverhältniß als der Kern oder ein bedeutenderes, als überhaupt in den einzelnen Lagen der geschichteten Linse vorkommt, besitzen.

2) Da man die Einflüsse der Schichtung als eine Erweiterung der Oeffnungsverhältnisse auffassen kann, so macht es eine geschichtete Linse

[1]) Mallet, in Dingler's polytechnischem Journal. Bd. 34. Stuttgart. 1844. S. 354.

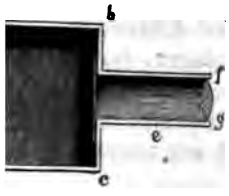
›aß man verhältnißmäßig keinere Krümmungshalbmeſſer für ſie
en vermag, ohne daß die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt
ıgreift.

n Leuchtpunkt, der mit einer Linſe von verhältnißmäßig größe-
ıng verbunden iſt, kann mehr Strahlen ohne Nachtheil durch ſie
ten laſſen. Es wird auf dieſe Weiſe an Helligkeit der Bilder

wollen nun noch die ſich von ſelbſt ergebenden Erſcheinungen 34
ı Kammer betrachten, weil uns dieſe unmittelbar zu dem Auge

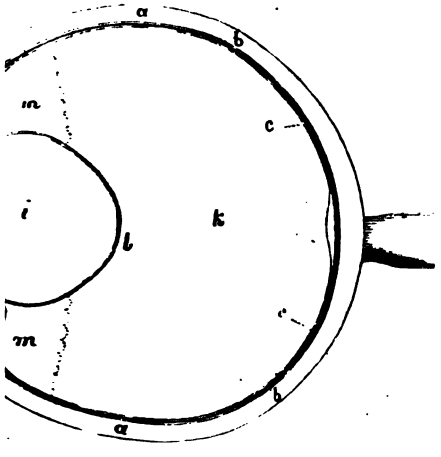
Nehmen wir an, *fg*, Fig. 237., ſei eine doppelt convexe Glaslinſe, und *hi* eine matte, in dem Kaſten *abcd* eingeſchloſſene Glastafel, ſo wird ſich ein äußerer Gegenſtand, der jenſeit der doppelten Brennweite von *fg* liegt, auf *hi* umgekehrt abſpiegeln. Sind die Innenwände des Glaskaſtens geſchwärzt, ſo muß das Bild, das wir durch eine hinter *hi* angebrachte Oeffnung ſehen können, an Schärfe gewinnen, weil alle ſtörenden

Fig. 237.



len abgehalten oder aufgeſogen werden. Das Auge bildet eine nkle Kammer. Es enthält jedoch eine Reihe von Brechungs- ſeiner Spiegelungshaut, damit es ein fortlaufendes Gebilde ıd manche andere Vortheile auf dieſem Wege erreichen könne. ie Wände des Kaſtens, ſo begrenzt die undurchſichtige harte 3 -otica) *a a*, Fig. 238., alle Stellen, durch die keine Lichtſtrahlen dringen ſollen. Die Aderhaut (Choroidea) *b* liefert die Schwärzung. Sie befindet ſich hinter der Netzhaut (Retina) *c*, auf der ſich das Bild abſpiegeln muß. Die Hornhaut (Cornea) *d* und die Haut der wäſſerigen Feuchtigkeit (Membrana Demoursii) *e* bilden zuſammen die erſte, und die wäſſerige Feuchtigkeit *f* die zweite convex-concave Linſe. Die Kryſtallinſe (Lens crystallina) *i* und die Linſenkapſel (Capsula

Fig. 238.



llen das dritte und zwar ein doppelt convexes Brechungsmitte Glaskörper (Corpus vitreum) *k* endlich gleicht einer concav inſe, die hinten an die Spiegelungsfläche, die Netzhaut, grenz daher hier vier Hauptlinſen, die gegenſeitig ſo eingericht

sind, daß die Vereinigungsweite der gesammten Brechung unmit
wenigstens nahe hinter der letzten liegen soll. Die Blendung
die in vielen unserer optischen Werkzeuge vorkommen, fehlen
ebenfalls nicht. Die von dem Sehloche (Pupilla) *h* durchbob
bogenhaut (Iris) *gg* versieht diesen Dienst. Die an ihrer Hin
sindliche Traubenhaut vervollständigt die Schwärzung, welche d
und das Ciliarsystem für den übrigen inneren Umfang des hü
les der dunklen Kammer liefern sollen.

3. Wahrnehmung der äußeren Gegenstän

3483 Formen der Augenmedien. — Da die Spiegelun
Brechungsverhältnisse von den Gestalten der Oberflächen,
Lichtstrahlen getroffen werden, wesentlich abhängen, so muß d
Auges vor Allem zu ermitteln suchen, welche Krümmungsflä
zelnen Gebilde des Sehorgans besitzen. Die Wissenschaft h
Hinsicht für jetzt keine Ergebnisse, auf die sich mit völliger Sic
ließe, geliefert.

3484 Man suchte vor Allem die Verhältnisse der Gesichtswer
getödteter Thiere und Menschen so genau als möglich z
Chossat[1]) brachte das Auge im Ganzen oder die herausgen
staullinse vor ein Megaskop von Charles, d. h. vor eine do
Linse, für welche der Gegenstand jenseit ihres doppelten Haupt
gestellt ist (§. 3459.). Er zeichnete die vergrößerten Umrisse in
Kammer. Krause[2]) verfertigte sich passende Durchschnitte
sunder menschlicher Augen und untersuchte sie unter einem
Beide Forscher maßen dann eine Reihe von Abscissen und O
bemühten sich, aus diesen die Krümmungslinien der angen
der wirklich durchgeführten Durchschnitte zu berechnen. Die
suche, welche in dieser Beziehung von anderen Forschern[3]) ar
den, gestatten bedeutende Fehlerquellen. Sie können daher z
themalischen Bestimmungen mit Sicherheit gebraucht werden.

3485 Soll eine Krümmung so kleiner Linsen, wie sie das men
darbietet, unzweifelhaft ermittelt werden, so bilden schon m
der theile eines Millimeters Werthe, von denen der Erfolg
Berechnung abhängt. Man wird zugeben, daß die nach de
tretende Erschlaffung der Theile, die sie nicht nothwendig
Verdunstung der Flüssigkeiten, die Entfernung des Augap
Augenhöhle, das Aufbewahren in Wasser, zu dem Chossat,
Eiweißlösung, zu dem Krause genöthigt war, das Durchi

[1]) Chossat, in den Annales de Chimie et de Physique. Tome X.
pag. 337 — 368.
[2]) Krause, in Meckel's Archiv. Bd. VI. Leipzig, 1832. 8. S. 113
Poggendorff's Annalen. Bd. XXXIX. Leipzig, 1833. 8. S. 590.
[3]) G. R. Treviranus, Beiträge zur Anatomie und Physiologie
Heft I. Bremen, 1828. Fol. S. 20 — 31.

nzen, die zweckmäßige Auswahl des Trennungsortes und der Austritt
: die Veränderungen der Morgagni'schen Feuchtigkeit Unrichtigkeiten er-
jen können, die jene engen Bedingungsgrenzen der Fehlerquellen über-
eiten. Ein zweiter Uebelstand, der sich für die Linse in höherem Maaße
für die Hornhaut geltend machen muß, gesellt sich aber noch leicht zu
en Gefahren.

Hat man die Lage einer Reihe von Orten für eine Curve bestimmt, 3486
kann man diese bisweilen zu einem Stücke eines Kreises, einer Ellipse,
er Parabel oder einer Hyperbel machen, je nachdem man diese oder
ie Punkte als die wahrscheinlich fehlerhaftesten ausläßt. Die Methode
r kleinsten Quadrate ist hier nicht immer geeignet, die Sicherheit des
:heils zu begründen. Gehört die krumme Linie keiner Begrenzung eines
gelschnittes an, so drohen um so größere Irrungen, je mehr man sich
strengt, sie auf eine solche krumme Linie zurückzuführen. Die meisten
rscher bemühten sich aber, dieses für das Auge zu vollführen. Man
t daher, daß man sich hier auf einem schlüpfrigen Boden befindet.

Chossat und Krause haben in ihren Versuchen mit einer Sorgfalt 3487
rbeitet, die kaum übertroffen werden kann. Die Vergleichung ihrer An-
en kann uns aber am besten lehren, daß sich dessenungeachtet die eben
ähnten theoretischen Zweifel in der Erfahrung bestätigen.

Chossat[1]) fand, daß die Vorderfläche der Hornhaut 7 bis 9 Jahre 3488
r Ochsen dem Abschnitte eines regelmäßigen Ellipsoids, das um die
ze Achse der durch den Querschnitt gehenden Ellipse gewälzt ist, ent-
cht. Der vordere Endpunkt der Drehungsachse fällt aber nicht mit
scheinbaren Mittelpunkte der Hornhaut oder mit dem vorderen Ende
Augenachse zusammen. Er liegt vielmehr weiter nach innen. Die
inbare Hornhautachse oder die Sehachse und jene Drehungsachse schnei-
sich hierbei unter 9° bis 10°. Die elliptische Form kehrt übrigens
t in allen Fällen wieder, denn die Hornhaut des Elephanten ist nach
ossat hyperbolisch gekrümmt. Krause[2]) kam zu dem Ergebnisse,
die Vorderfläche der Hornhaut des Menschen sphärisch, die hintere
gen parabolisch sei. Man könnte einwenden, daß sich kein Vergleich
schen den Gesichtswerkzeugen des Menschen und denen des Ochsen an-
en lasse. Wir werden aber bald finden, daß auch andere Erfahrun-
für die elliptische Krümmung des Menschenauges zu sprechen scheinen.

Die beiden Flächen der Krystallinse des Ochsen bilden nach Chossat[3]) 3489
icke regelmäßiger Ellipsoide, die sich um die kleinere Achse der Erzeu-
gsellipse gedreht haben. Die wahre Achse einer jeden ihrer Ober-
hen ist immer nach außen gewandt. Beide Achsen schneiden sich aber
er 5°. Krause[4]) schreibt ebenfalls eine elliptische Krümmung der vor-
en, eine parabolische dagegen der hinteren Linsenfläche des Menschen-
ges zu. Manche Forscher, wie Vallée, glauben endlich Krümmungen,

[1]) Chossat, a. a. O. pag. 342 — 351.
[2]) Krause, in Meckel's Archiv a. a. O. S. 96.
[3]) Chossat, a. a. O. pag. 352 — 366.
[4]) Krause, a. a. O. S. 106. 107.

die keinen Begrenzungen von Kegelschnitten entsprechen, annehm müssen, damit einzelne optische Nachtheile, wie die Abweichung weg Kugelgestalt, gänzlich vermieden werden.

3490 Man sieht leicht, daß weder die Untersuchungen der todten noch die hypothetischen Annahmen, die auf gewissen, nicht bew Voraussetzungen fußen, zu einem völlig befriedigenden Ziele führ nen. Es bleibt vorläufig Nichts übrig, als diese verschiedenen möglichst auf sich beruhen zu lassen und die Krümmungen als an kugelig für centrale Strahlen anzusehen. Wollte man andere Krü formen voraussetzen, so müßten ohnedies erst höhere analytische F gen den Weg der Untersuchung für die meisten hier in Betra menden physiologischen Fragen des Sehens vorbereiten.

3491 Es wäre jedoch wahrscheinlich möglich, die Krümmungsfor Hornhaut und der Linse des lebenden Auges zu bestimmen. W früher (§. 3422.) gesehen, daß man die Krümmungsfläche eines aus den Größenverhältnissen der Bilder, die er liefert, finden ka vorderen und die hinteren Flächen der Hornhaut und der vorder der Linse oder der Linsenkapsel bilden aber convexe und die H der beiden letzteren hohle Spiegel. Man erhält so eine Reihe dern eines hellleuchtenden Gegenstandes, von denen die meisten stehen und wenigstens eines umgekehrt erscheint (§. 3497.). Ließ dem Mikrometer eines Fernrohres genau bestimmen, wie sich ih mit Verschiedenheit der Orte ändert; so erhielte man eine R Grundwerthen, die für die Hornhaut, an der schon Home und Forschungen der Art anstellten, ohne weitere Annahme, für die linse dagegen mit Zuziehung gewisser Schätzungsgrößen, die sich Lage und ihre Dicke beziehen, gültig wären.

3492 Senff[1]), der diesen Versuch an der Hornhaut des Mensche fand, wie Chossat, daß jener erste Ablenkungskörper des Au tisch gebogen ist und daß der Scheitel der Krümmung mit dem Ende der Sehachse nicht zusammenfällt. Er versetzt ihn aber außen, während ihn Chossat im Ochsenauge um 10° nach i legt (§. 3488.). Er befand sich nach Senff um 3°6 nach unte rechten und um 1°6 in dem linken Auge. Man hätte hiernach e metrie, welche die ferneren allgemeinen Bestimmungen erschwert

3493 Der Unterschied, der sich in den Angaben der beiden genau scher verräth, macht sich für eine optische Folgerung, die man elliptischen Krümmungsverhältnisse der Hornhaut zu ziehen suchte Gleicht das Brechungsverhältniß eines Ellipsoids dem Quotienten den großen Achse und der Excentricität, so fällt die Abweichun der Krümmungsform für alle jener Achse parallelen Strahlen

---

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Braunschweig S. 270. 271.

[2]) J. F. W. Herschel. Vom Licht. Uebersetzt von J. C. E. Schmidt. Tübingen. 1831. 8. S. 100. 101.

at[1]) und Herschel[2]) wandten dieses auf die Hornhaut an, weil
luotient dem Brechungsverhältnisse derselben nahe steht. Die Ab-
g, die sonst zu Stande käme, würde hiernach für alle Strahlen,
der Ellipsenachse, nicht aber unmittelbar der Sehachse (§. 3488.)
laufen, ausbleiben.

s Brechungsverhältniß der Hornhaut des Ochsen gleicht nach 3494
t[3]) 1,34. Berechne ich die Achsen, die Excentricitäten und die Anhang Nr. 186.
en Quotienten für die Querschnitte von vier Hornhäuten, die
t angegeben hat, so liefern zwei 1,30 und 1,31, zwei andere
1,45 und 1,52. Wir stoßen mithin hier auf Größen, die den
gscoefficienten der Hornhaut bedeutend übertreffen. Es fragt sich,
hebliche Unterschiede in den Fehlerquellen der Messungen liegen
Das Mittel giebt selbst noch 1,395. Der Quotient dagegen,
Senff'sche Bestimmung des Querschnittes des Menschenauges
trägt 1,99, so daß kein genügender Vergleich mit dem Brechungs-
iß möglich ist.

erhellt aus dem früher (§. 3489.) Dargestellten, daß nach Chos- 3495
Achsen der beiden Krümmungen der Linse weder unter sich, noch
Achse der Hornhautkrümmung zusammenfallen. Es könnten daher
n vorzüglichsten Brechungskörper des Ochsenauges keine vollkom-
rdnete Reihe von Linsen bilden (§. 3270.). Dieser Uebelstand
ie Schärfe der Bilder wesentlich beeinträchtigen. Chossat[4])
aher an, daß nicht viel auf die vollkommene Ordnung von Werk-
die keine starke Vergrößerungen liefern, ankomme. Die gewöhn-
Theatergläser könnten dieses am besten beweisen. Herschel[5])
daß der Unterschied der Stellung deshalb keinen bedeutenden Ein-
gt, weil die Linse die Strahlen, die durch die wässerige Feuchtig-
n, nur wenig ablenkt. Man sieht aber leicht, daß fernere Beob-
n die Thatsache und deren Gründe sicherer feststellen müssen.

iegelungsverhältnisse des menschlichen Auges. — 3496
nen die vordere und die hintere Fläche der Hornhaut so wie die
iten der Linsenkapsel oder der Linse mit drei Converspiegeln ver-

Sie müssen daher aufrechte und verkleinerte Bilder der Gegen-
deren ausfahrende Strahlen ihre Oberfläche berühren, in jedem
fern (§. 3419.). Die hintere Seite der Linse und der Linsen-
gegen entspricht einem Hohlspiegel. Wir werden in der Folge
aß ihr Hauptbrennpunkt und der Mittelpunkt des Krümmungs-
hrer Biegung im Scheitel in das Innere des Auges fällt. Die

---

ssat, a. a. O. pag. 346. 347. Chossat, in den Annales de Chimie et de
ie. Tome VIII. Paris, 1818. 8. pag. 217.
chel, a. a. O. S. 146.
ssat, in den Annales de Chimie et de Physique. Tome VIII. Paris, 1818. 8.
217.
ssat, Annales de Chimie. Tome X. pag. 369.
chel, a. a. O. S. 147.

Bilder äußerer Gegenstände, die sich hier abspiegeln, sind daher umge
und verkleinert (§. 3417.).

3497 Stellt man sich vor einen ebenen Spiegel und hält sich eine
nende Kerze gerade vor die Pupille, so bemerkt man sogleich das ve
nißmäßig größte und schärfste Bild, das von der Vorderfläche der
haut und das kleinere, das von der Vorderseite der Linse herrührt
gelingt überdies, ein Zwischenbild, das von der Hinterseite der Hor
bedingt wird, bei geeigneter Stellung der Flamme wahrzunehmen.
entfernterer Punkt der Hornhaut pflegt noch zwei andere von ihren
Oberflächen abhängige Seitenbilder zu liefern. Man kann eben
Kerze in eine Lage bringen, in der zwei oder selbst vier aufrechte
in der Tiefe der Pupille gesehen werden. Da sie sämmtlich aufre
ben, so stammen sie von den §. 3496. erwähnten Theilen, die
spiegeln entsprechen. Das umgekehrte Bild, das den Concavspieg
gehört, ist so schwach, daß ich es fast nur des Nachts, wenn ich
Spiegel betrachte, mit Deutlichkeit verfolgen kann. Man bemerkt
nicht selten in den Augen anderer Menschen oder frisch getödteter
thiere.

Hält man das Auge nahe an einen ebenen Spiegel, so findet man, daß
des Gesichtes etwas hinter dem Sehloche mit vollkommener Schärfe, aber in
tem Maaßstabe abgespiegelt wird. Man erkennt überdies noch bei einiger Au
keit die Umrisse des vorderen verhältnißmäßig größeren Bildes des Kopfes und
Hand, die den Spiegel hält.

3498 Ein einfacher Versuch lehrt bald, daß die tieferen Bilder vo
gelungsflächen, die hinter der Hornhaut liegen, herrühren. Füh
eine Lichtflamme von oben nach unten oder von einer Seite de
zur anderen, so sieht man, wie jene im Anfange von dem Ra
Regenbogenhaut abgeschnitten wird und endlich ganz schwindet
aufrechten Bilder folgen dabei in ihren Stellungen den Ortsveri
gen der Lichtflamme. Das umgekehrte kleine Bild dagegen rückt
ßen, so wie man die Kerze nach innen bewegt.

Purkinje [1] hat zuerst diese Erscheinungen ausführlicher beschrieben und
senkt von vier Spiegelbildern angegeben. Sanson [2] leitete später die Au
keit auf die drei Hauptbilder, die von der Vorderfläche der Hornhaut und
Flächen der Linsenkapsel und der Linse herrühren. Sind die Hornhaut, die
Feuchtigkeit und die Linse eines erblindeten Auges unverändert geblieben, so erl
noch alle Bilder unversehrt. Hat sich aber die Linse getrübt, so wird das u
verschwinden, wenn die Hinterwand undurchsichtig geworden. Der Mangel de
ten tiefen Bildes kann ein Leiden der Vorderseite der Linse verrathen. Ich m
hin gestellt sein lassen, ob dieses Mittel geeignet ist, so schwache Trübungen, d
freie Auge eines Anderen noch nicht erkennt, mit Sicherheit nachzuweisen.
überhaupt wünschenswerth, daß der Gegenstand von ärztlicher Seite noch gen
es bisher geschehen, geprüft würde.

3499 Bruecke [4] suchte die Jacob'sche Haut oder die Stäbcher

[1] Vergl. auch H. Meyer in Henle's u. Pfeuffer's Zeitschrift. Bd. V. H
1846. S. S. 264.
[2] J. C. Purkinje, Commentatio de examine physiologico organi visus et
tis cutanei. Vratislawiae, 1823. S. p. 21. 28. Tab. I. Fig. 1 — 5.
[3] Siehe Repertorium. Bd. IV. Bern. 1839. S. S. 335. 336.
[4] Bruecke, in Müller's Archiv. 1844. S. 447 — 451.

mit gewissen Verhältnissen der Zurückwerfung des Lichtes in Beziehung zu bringen. Die Strahlen, welche die Netzhaut durchdrungen haben, werden von der schwarzen Fläche der Aderhaut aufgesogen, damit sie nicht unpassend zurückkehren und das Sehen stören. Da die Stäbchen der Jacob'schen Haut hinten von Scheiden dunkelen Pigmentes eingehüllt werden, so muß sich hierdurch die geschwärzte Oberfläche in ähnlicher Art, wie die Absonderungsfläche der röhrigen Drüsen (Bd. I. §. 1421.) vergrößern und die Rückkehr der Strahlen vermindern.

Betrachtet man die Stäbchen der Netzhaut unter dem Mikroskope, so 3500
sieht man, daß sie ein verhältnißmäßig großes Brechungsverhältniß besitzen. Soll aus ihnen ein Strahl in ein schwächer ablenkendes Mittel übertreten, so wird der Fall der gänzlichen Zurückwerfung (§. 3430.) um Anhang Nr. 191.
so eher eintreten. Bruecke wandte dieses vorzugsweise auf die Augen derjenigen Säugethiere, die eine schillernde Tapete zwischen einem Theile der Stäbchenschicht und der Aderhaut besitzen, an. Ein Lichtstrahl, der die Netzhaut durchdrungen hat und in ein einzelnes Stäbchen eingetreten ist, wird deshalb nicht in ein zweites übergehen, sondern an dem hinteren Brechungstheil desselben gänzlich zurückgeworfen. Er gelangt hierauf auf umgekehrtem Wege zu derselben Stelle der Netzhaut, die er früher getroffen hatte. Es wird hierdurch die Verwirrung des Sehens gemindert und an Helligkeit gewonnen. Künftige Forschungen müssen lehren, ob sich in der That die Winkelverhältnisse so gestalten, daß der Strahl in demselben Stäbchen, in das er zuerst gelangt ist, bleibt und ob diese genaue Rückkehr zu demselben Punkte der Netzhaut überhaupt nothwendig ist.

Erinnern wir uns, daß die Stärke der zurückgeworfenen Strahlen 3501
mit dem gegenseitigen Unterschiede der Ablenkungskräfte wächst (§. 3403.), so können wir die Thatsache, daß die Stäbchen das Licht stärker als die Netzhaut brechen, mit der Helligkeit des Bildes in Beziehung bringen. Jedes Stäbchen bildet gleichsam einen kleinen Spiegel, der einen gewissen Theil des Lichtes sogleich zurückwirft und den, der durchgeht, dem schwarzen Pigmente zum Verschlucken oder der Tapete zu abermaliger Zurückwerfung überläßt.

Die Spiegelungserscheinungen, die das sogenannte Leuchten der Augen bedingen, sind schon Bd. I. §. 264 erwähnt worden. Die Versuche von Bruecke [1]) wiesen deutlicher nach, daß der rothe Schimmer, den die Augen der Hunde im Dunkeln bei einseitiger Erleuchtung häufig verbreiten, von dem Blute der frei liegenden Gefäßstämme der Aderhaut und zum Theil der Nervenhaut herrührt. Man kann am Menschen ein ähnliches rothes Leuchten des Sehloches unter günstigen Verhältnissen wahrnehmen [2]).

Durchgang der Strahlen durch die Brechungskörper 3502
des Auges. — Läßt man die Sonnenstrahlen, die von einem passend

[1]) Bruecke, in Müller's Archiv. 1845. S. 389 — 394.
[2]) Bruecke, Ebendaselbst. 1847. S. 225 — 227 und Cumming in Froriep's neuen Notizen. Dritte Reihe. 1847. 4. Nr. 41 S. 299.

Fig. 239. Fig. 240.

aufgestellten Spieg
Fig. 239., oder ein
liostaten zurückgew
werden, durch die
runde Oeffnung
dunkeln Kammer
um sie auf einer
überstehenden Wan
weder unmittelb
nach ihrem D
durch eine dopp
vere Linse aufzufangen, so erhält man ein helles, rundes, weißes
Fig. 239 und 240. Werden dagegen die durch o kommenden Str
einem Prisma p gebrochen, so verlängert sich das abgelenkte Bil
Es zeigt zugleich die mannichfachen Uebergänge der sieben Hau
Roth, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau und Violett
zeine dunkele Linien, auf die wir später zurückkommen werden.

3503 Untersucht man die Wärmeverhältnisse, so findet man, daß
Erhöhung der Temperatur nicht auf ru beschränkt, sondern
Grenze der farbig erleuchteten Stelle hinausgeht. Man muß
größeres Wärmespectrum und ein kleineres Farbenspectrum unte
Der höchste Werth der Erwärmung schreitet nach Melloni um
in der Richtung von dem Violett nach dem Roth fort, je stärk
thermane Eigenschaften das brechende Prisma besitzt, d. h.
es die strahlende Wärme durchläßt. Hält dagegen ein Körper
mestrahlen eben so auf, wie eine dunkele Masse die Lichtstrahlen,
man ihn atherman.

3504 Nimmt man mit Recht an, daß die Theile des Spectrums,
wir keine Farben mehr wahrnehmen, Strahlen, die an und für
empfindung erregen könnten, empfangen, so stehen zwei Wege
den Unterschied der beiden Spectra zu erklären. Man setzt vor
die unsichtbaren Lichtstrahlen bis zur Netzhaut gelangen, daß a
oder dem Gehirn die Fähigkeit mangelt, größere Schwi
ten, als das äußerste Roth, und kleinere, als das äußerste V
zen (§. 3343.), aufzufassen. Die zweite Annahme dagegen kann
scheinlicher finden, daß jene unsichtbaren Strahlen von den Bre
pern des Auges verschluckt werden und daher gar nicht auf die
gelangen. Wir hätten daher einen Mangel der Empfindung i
steren und eine Unvollkommenheit der Ablenkungskörper in der
Falle. Melloni[1]) neigte sich eher zu jener Ansicht. Bruec
gen bemühte sich mit Glück, auf dem Wege des Versuches nac
daß vorzüglich die Hornhaut und die Krystalllinse die Strahle
uns unsichtbar bleiben, nicht durchlassen.

---

[1]) Melloni, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd
zig, 1842. S. 574 — 87.

[2]) Bruecke, in Müller's Archiv. 1845. S. 262 — 276. u. 1846. S. 3

Brechungsverhältniſſe des Menſchenauges. — Die wäſ- 3505
Feuchtigkeit bildet eine gleichartige Flüſſigkeit, die nur krankhafter
: kleinere oder größere Feſtgebilde einſchließt. Die Hornhaut, die
und der Glaskörper dagegen zeigen einen geſchichteten Bau, der
ar in den Ernährungsverhältniſſen derſelben begründet iſt. Man
mit Beſtimmtheit, daß die einzelnen Lagen der Linſe ungleiche Ab-
ngsverhältniſſe darbieten. Der Brechungscoefficient der Haut der
rigen Feuchtigkeit unterſcheidet ſich ebenfalls, wenn auch nur in ge-
n Maaße von dem der Hornhaut [1]). Wir müſſen daher die Geſetze
eſchichteten Linſen, ſo ſehr als möglich, auf die Brechungskörper des
3 anzuwenden ſuchen. Wir wollen mit den verwickelten Verhältniſ-
er Kryſtalllinſe beginnen und ſpäter die einfacheren Erſcheinungen,
:r Hornhaut und dem Glaskörper angehören, betrachten.

ie in den folgenden Paragraphen angegebenen Zahlen der Ablenkungscoefficienten
nelnen Augenmittel beziehen ſich auf die atmoſphäriſche Luft und nicht auf den
Raum. Wollte man ſie auf dieſen zurückführen, ſo braucht man ſie nur mit dem
henden Werthe zu theilen. Gleicht die Wärme 27° C., ſo hat mit Chlorcalcium
nete Luft nach Arago*) 1,0002945 und die, welche mit Waſſerdämpfen geſchwän-
l, den etwas kleineren Werth 1,0002936 zum Ablenkungscoefficienten.

Setzt man annäherungsweiſe voraus, daß die Oberflächen der Kry- 3506
ſe kugelig gekrümmt ſind, ſo findet man, daß die des Menſchenau-
orn flacher, als hinten iſt. Die Vorderfläche beſitzt daher einen grö-
Krümmungshalbmeſſer als die hintere. Berechne ich die Werthe,
s von Krauſe genauer durchforſchte Auge einer 50jährigen Frau Anhang Nr. 138. A III u. VI.
nach der Gleichung des Kreiſes und der in dieſem Falle anwendba-
ebrauchsweiſe der Methode der kleinſten Quadrate, ſo erhalte ich
Millimeter für den Halbmeſſer der vorderen und 4,45 Mm. für den Anhang Nr 138. B. X u. XII.
nteren Fläche. Das zweite von Krauſe beſtimmte Auge eines 30-
:n Mannes liefert 7,24 und 5,86 Mm. Es ergiebt ſich hieraus, Anhang Nr 139. Gleich. Nr 4.
ie Brechung an der Hinterfläche ſtärker ausfallen muß, ſo wie
ınd hinten der gleiche Ablenkungskörper vorhanden iſt.

)as Mikroſkop lehrt, daß die Linſe aus einer großen Zahl ſehr 3507
: Schichten, die von außen nach innen kleiner werden, beſteht. Die
chter, die ſich mit den Meſſungen des Auges und den Ablenkungs-
tniſſen der Linſe beſchäftigt haben, nennen den Kern einen gewiſſen
en härteſten Theil. Man darf aber nicht glauben, daß dieſer eine
rtige Maſſe bildet. Er iſt eben ſo gut, als das Uebrige, geſchichtet.
nathematiſche Kern bildet dagegen einen unendlich klein gedachten
körper, der bei immer weiterer Fortſetzung der Schichtung heraus-

)ie Krümmungsmittelpunkte der beiden Oberflächen der Linſe fallen 3508
unter einander, noch mit dem Mittelpunkte des durch ihren Rand

bossat, in den Annales de Chimie et de Physique. Tome VIII. Paris, 1818. 8.
ıg. 217 u. 218.
rago, in Poggendorff's Annalen. Ergänzungsband zu Bd. LI. Leipzig, 1842.
Seite 446.

bestimmten Kreises genau zusammen. Dieser Umstand führt zu der Vermuthung, daß die Linse einen, wenn auch überaus kleinen Kern gleichartiger Beschaffenheit besitzt.

3509 Da man bald gefunden hatte, daß die Dichtigkeit und das Brechungsverhältniß der Linse von außen nach innen zunehmen, so bestimmten die verschiedenen Forscher die Ablenkungscoefficienten der einzelnen Schichten gesondert zu bestimmen. Man unterschied in der Regel eine weichste Schicht, eine mittlere, die man auch als äußere Kernlage anführt, und einen Kern. Jeder dieser Theile umfaßte eine unbestimmte Gruppe mikroskopischer Kugelschalen. Die Grenzen derselben blieben immer der Willkür des Beobachters überlassen. Es erklärt sich hieraus weshalb man auch ihre Zahl beliebig vervielfältigen konnte und Chossat z. B. 4 Lagen bei dem Schweine, 7 bei dem Bären und dem Elephanten genauer zu prüfen im Stande war.

Anhang Nr. 137.

3510 Wir haben früher (§. 3475.) gesehen, daß eine geschichtete Linse ein Brechungsverhältniß von außen nach innen zunimmt, eine kleinere Vereinigungsweite und einen höheren Brechungscoefficienten hat, als eine zweite von derselben Form und Größe, deren Masse gleichartig ist und deren Ablenkungscoefficient dem größeren Brechungsinder des Kernes gleicht. Dieses Gesetz gilt eben so gut für convex-concave, als für bikonvexe Ablenkungskörper. Es wird daher der Brechungscoefficient, den ein Forscher für eine künstlich getrennte äußere Schicht der Linse gefunden hat, größer sein, als den die innerste mikroskopische Lage eines Bruchstückes wahrhaft besitzt. Eben so müßte der mathematische oder wirkliche letzte Kern der Linse einen kleineren Brechungsinder, als den die Geometer und die Physiker willkürlich voraussetzen, darbieten.

Anhang Nr. 138.

3511 Die meisten Forscher haben angenommen, daß das Brechungsverhältniß der ganzen Linse dem arithmetischen Mittel der Ablenkungscoefficienten der einzelnen Lagen gleicht, daß es mithin kleiner, als der Kern, der dem Kerne zukommt, ausfällt. Hatte z. B. nach Chossat die äußerste Linsenschicht des Menschenauges 1,383 [1]), die mittlere 1,3 die innerste 1,420, so sollte die ganze Linse 1,399 jener Voraussetzung gemäß besitzen und daher um 0,021 dem Kerne nachstehen. Man kann sich leicht überzeugen, daß die Zahlen, die sich bei Wollaston, Chossat [2]) Brewster und Baumgartner [3]), Biot, Treviranus [4]), Senff [5]), Herschel [6]), Radicke [7]), Fries [8]), M

---

[1]) Siehe Anhang Nr. 137 Anmerkung.
[2]) Chossat, a. a. O. p. 221.
[3]) A. Baumgartner. Die Naturlehre. Den mathematischen und den experimentalen Theil entwickelnd. Wien. 1831. 8. S. 1013.
[4]) G. R. Treviranus. Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane. Heft I. Bremen. 1828. 8. S. 32.
[5]) Senff. in A. Hueck. Die Bewegung der Krystalllinse. Dorpat. 1834. 4.
[6]) J. F. W. Herschel. Vom Licht. Uebersetzt von Schmidt. Stuttgart u. T. 1831. 8. Seite 147.
[7]) F. W. Radicke. Handbuch der Optik. Bd. II. Berlin. 1839. 8. S. 444.
[8]) J. F. Fries. Ueber den ersten Mittelpunkt im menschlichen Auge und meinen Bemerkungen über die Theorie des Sehens. Jena. 1839. 8. S. 27.

ızeck[1]) und Moſer[2]) finden, nach jener Vorſchrift berechnet

Young, der die Geſetze einer geſchichteten Kugel mit Anwendung
das Auge zu entwickeln ſuchte[3]), ſprach es geradezu aus, daß der
die wäſſerige Feuchtigkeit bezogene Brechungscoefficient der menſchli-
Linſe 1,077 ſein müſſe, wenn der Kern nur 1,059 hat[4]). Nehmen
mit Young an, daß die wäſſerige Feuchtigkeit 1,33 darbietet, ſo er-
en wir 1,432 für den abſoluten Index der ganzen Linſe. Senff, der
bald zu erwähnenden allmäligen Berechnungen für die Vereinigungs-
e des Menſchenauges verſuchte[5]), wurde wohl hierdurch in der Folge
er Ueberzeugung geführt, daß die Linſe im Ganzen eine kürzere Ver- Anhang Nr. 139.
gungsweite, als die gleichartige Linſe mit höchſtem Brechungsverhält-
des Kernes beſitzt. Er fand ſpäter[6]), daß eine Ochſenlinſe im Gan-
1,539, die äußerſte Lage derſelben 1,374 und der Kern 1,453 ergaben.
Dieſer größere Werth des Ablenkungsverhältniſſes der ganzen Linſe 3512
brigens ſchon von vielen älteren Forſchern gebraucht worden. Sie
nen nämlich 1,333 für das Verhältniß der Luft zu der Hornhaut und
wäſſerigen Feuchtigkeit und 1,083 für das von dieſer zur Linſe an[7]).
abſolute Brechungscoefficient der menſchlichen Linſe gliche hiernach
4. Wir werden bald ſehen, daß er 1,47 beträgt, wenn man die
ffat'ſchen Werthe zum Grunde legt.
Wir wollen die Frage nach den Ergebniſſen der genaueren Berech- 3513
vollſtändiger unterſuchen. Man hat allerdings hin und wieder ein-
en, daß der Brechungsinder der ganzen Linſe größer als der des
es iſt. Es iſt aber, ſo viel ich weiß, bis jetzt nicht hervorgehoben wor-
daß die Vereinigungsweite der geſchichteten Linſe mit den Halbmeſ-
und mit der Brennweite, folglich auch mit der Enfernung des
tpunktes und einer ſelbſt unbedeutenden Veränderung der Dicke der
wechſelt. Wir wollen daher das Brechungsverhältniß für drei Haupt-
beſtimmen, um uns die hier in Betracht kommenden Verhältniſſe an-
licher zu machen. Der eine beſteht darin, daß ſich die Linſe in der
befindet und parallele Strahlen aufnimmt, der zweite, daß Strahlen,
us einer unendlichen Entfernung kommen, auf die Hornhaut fallen,
ritte endlich, daß die Strahlen, die in das Auge treten, von einem
leinſten endlichen Abſtände, den wir deutlich auffaſſen, nämlich vo-
ll oder 10,8 Centimeter herrühren. Wir werden in der Folge finn
daß die Strahlen die Linſe in den beiden letzteren Fällen conver-
d berühren.

---

1. Kunzeck, Die Lehre vom Lichte. Lemberg, 1836. 8. S. 182.
Moser, in dem Repertorium der Physik. Bd. V. Berlin, 1844 8. S. 346.
Th. Young, in dem Philosophical Transactions for the Year 1801. Part. I. London, 1801. 4. pag. 32.
Young, Ebendaselbst pag. 42.
Senff, bei Hueck, a. a. O. S. 110 - 112.
Senff, bei Volkmann in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Braunschweig, 1846. 8. S. 290.
Alb. ab Haller, Elementa physiologiae. Tom. V. Lausannae, 1763. 4. p. 467. und Olbers, De mutationibus oculi internis. Gottingae, 1780. 4. p. 4.

3514 Nehmen wir die Linse des von Krause genauer gemessenen Auges einer 50jährigen Frau, legen die Werthe, die Chossat für die Ablenkungsverhältnisse der einzelnen Schichten gefunden, zum Grunde, und denken uns das Ganze in der Luft, so liegt die Vereinigungsweite für parallele Strahlen 3,828 Mm. hinter der Hinterfläche des Brechungskörpers. Der Ablenkungscoefficient der ganzen Masse beträgt dann 1,4738. Denken wir uns eine Linse von derselben Form und Größe, die das grüßere Ablenkungsverhältniß des Kernes (= 1,420) hätte, so erhielten wir 4,4[illegible] Mm. für ihre Brennweite. Die Schichtung verkürzt also hier den Focalabstand um 0,6 Mm. oder um 1/7 bis 1/8 des Vergleichungswerthes. Sie erhöht das absolute Brechungsverhältniß um 0,053 oder um 1/28 bis 1/30.

Anhang Nr. 137
Anhang Nr. 140 I. a. 2.
Anhang Nr. 140. I. a. 2.

3515 Denken wir uns dagegen, es fielen parallele Strahlen auf das gleiche Auge, so wirkt die im Inneren befindliche Linse, als wenn sie 1,4746 als absoluten und 1,10209 als relativen, auf die wässerige Feuchtigkeit bezogenen Brechungscoefficienten hätte. Kämen dagegen nur die Strahlen aus 10,8 Centimeter Entfernung auf die Hornhaut an, so erhielten wir 1,4761 und 1,1032.

Anhang Nr. 140. I. b. 1.

3516 Die Berechnungen wurden hier Schicht für Schicht in der Linse und Brechungskörper für Brechungskörper im Auge vorgenommen. Da der Glaskörper etwas schwächer als die wässerige Feuchtigkeit ablenkt, so habe ich auch auf diesen Umstand Rücksicht genommen und zuerst die Vereinigungsweite, als wenn wässerige Feuchtigkeit statt des Glaskörpers vorhanden wäre, bestimmt. Läßt man diesen nicht bedeutenden Unterschied außer Acht, nimmt man die Brechungsverhältnisse der Hornhaut und der wässerigen Feuchtigkeit gleich, berücksichtigt man ferner nur die Coefficienten der äußersten Linsenschicht und des Kernes und bestimmt das Ganze für parallele Strahlen nach der analytischen Formel, die eine stetige Zunahme des Brechungsverhältnisses voraussetzt, so findet man nach Schläfli 1,4732. Wir hatten aber eben 1,4746 für den gleichen Fall, mithin nur 1/1000 Unterschied.

Anhang Nr. 140. I. b. Gleich. Nr. 5.
Anhang Nr. 135, Gleich. Nr. 1. 2.

3517 Ein scheinbar untergeordneter Wechsel der Dicke der geschichteten Linse und die hierdurch bedingte geringe Veränderung der Halbmesser übt einen wesentlichen Einfluß auf die Größe des Ablenkungsverhältnisses aus. Dieses ergiebt sich schon aus allgemeinen analytischen Gleichungen, die für concentrisch geschichtete Linsen mit einem von außen nach innen zunehmenden Brechungscoefficienten gelten. Der Hauptgrund der eigenthümlichen Erscheinung liegt darin, daß dann der Halbmesser des Kernes, von dem ein großer Theil des Ergebnisses wesentlich abhängt, verhältnißmäßig bedeutenden Veränderungen unterliegt.

Anhang Nr. 135, Gleich. Nr. 1. 2.

Wir wollen die Rechnung für das Auge der 50jährigen Frau beispielsweise durchführen. Gleicht die Dicke der Linse 3‴,1 oder 7 Millimeter, der Halbmesser ihrer vorderen Fläche 2‴3333 oder 5,264 Mm. und der ihrer Hinterseite 1‴,973 oder 4,451 Mm., so beträgt das absolute gemeinschaftliche Ablenkungsverhältniß 1,4746 für Strahlen, die parallel und 1,4761 für solche, die aus einer Entfernung von 10,8 Centimeter auf die Hornhaut fallen. Denken wir uns dagegen, die Achse

Anhang Nr. 140.

ößerte ſich nur um $^1/_{12}$ Linie = 0‴083 = 0,187 Mm. oder
s $^1/_5$ Mm., ſo verkleinert ſich der Halbmeſſer der vorderen
um $^1/_{26}$ bis $^1/_{27}$ und der der Hinterfläche um $^1/_{37}$ ſeines frühe-
:s, ſo wie die ganze Linſe ihren früheren Umfang beibehält.
nſchaftliche Ablenkungsverhältniß der geſchichteten, im Auge be-
inſe ſteigt deſſenungeachtet um $^1/_{57}$ bis $^1/_{58}$, d. h. um eine ver- Anhang Nr. 150.
ig bedeutende Größe. Es erhöht ſich von 1,4761 auf 1,5018.
n ſehen, daß dieſe Thatſache eine gewiſſe Bedeutung für die
en, die man ſich über das Anpaſſungsvermögen macht, be-

n wir die früheren Beſtimmungen für das zweite, von Krauſe 3518
:meſſene Auge durch, ſo erhalten wir 6,323 Mm. für die in Anhang Nr. 149, II. a.
efindliche Linſe und parallele Strahlen. Die Brennweite der
laſſe gleichartigen Linſe von derſelben Form und Größe und
n Brechungsverhältniſſe des Kernes (= 1,420) liegt 7,0 Mm
Hinterfläche der Linſe. Der gemeinſchaftliche Ablenkungsinder
llinſe gleicht hier 1,4616. Die Schichtung verkürzt mithin die
sweite um 0,677 Mm. oder $^1/_{10}$ des Grundwerthes. Das Bre-
iltniß vergrößert ſich um 0,042 oder um $^1/_{33}$ bis $^1/_{34}$.

Erfahrungen können uns eine Reihe von Schlüſſen, die ſich 3519
den allgemeinen Gleichungen der concentriſch geſchichteten Linſe Anhang Nr. 135, Gleich. 2 Nr. 1. 2.
achſendem Brechungsverhältniſſe ergeben und die wir in der
chen werden, verſinnlichen.

erſteht ſich von ſelbſt, daß der gemeinſchaftliche Brechungs-
der ganzen Linſe von den Ablenkungsverhältniſſen der einzelnen
ıbhängt. Die Krümmungshalbmeſſer bilden eine zweite Reihe
gungsgliedern. Die Brechung erhöht ſich vorzüglich in bedeu-
aaße, wenn der Kern verhältnißmäßig ſehr klein und daher
mmt iſt.

Neſſung lehrt, daß die Linſe des Auges der 50jährigen Frau Anhang Nr. 139.
rümmt und dicker, als die des 30jährigen Mannes war. Den-
ıs beide in der Luft, ſo hatte jene 1,4730 und dieſe 1,4616 für
Strahlen.

der Leuchtpunkt vor einer Linſe, ſo fallen die Strahlen diver- 3520
r parallel auf. Die Entfernung des leuchtenden Gegenſtandes
eſem Falle als eine poſitive Größe angeſehen. Gelangen aber
ıde Strahlen auf einen Brechungskörper, ſo treffen ihre gerad-
rtſetzungen in einem Punkte, der ſich hinter der Vorderfläche der
ıdet, zuſammen. Man betrachtet den Abſtand dieſes Durch-
ıktes von der Brechungsmaſſe als eine negative Entfernung des
tes.

Strahlen, die parallel oder divergent auf die Hornhaut fallen, 3521
gebrochen, daß ihr Vereinigungspunkt weit hinter der Kryſtall-
n würde, wenn das Auge nur aus der Maſſe der Hornhaut
dieſer und der wäſſerigen Feuchtigkeit beſtände. Die Linſe em-
her convergente Strahlen, deren Abſtand negativ zu nehmen iſt.

3522 Fallen parallele Strahlen auf das Auge der oben erwähn
ſo liegt ihre reelle Entfernung 15,227 Pariſer Linien od
Millimeter. Das Brechungsverhältniß der ganzen Linſe bet
kann 1,4746. Kommen die Strahlen aus 10,8 Centimeter
Anhang Nr. 1 auf das Auge, ſo erhalten wir 21,192 Linien oder 47,801
f. 2, 3. für den negativen Abſtand und 1,4761 für das Brechungsverhäl
Entfernungen verhalten ſich hiernach wie 1:1,440 und die
coefficienten wie 1:1,0012. Dieſe wachſen daher unverhältniß
niger, als jene.

3523 Empfängt die Hornhaut parallele Strahlen, ſo liegt der Ver
punkt derſelben 10,855 Mm. hinter der Hinterfläche der Linſe.
Anhang Nr. 1 ſie aus 10,8 Centimeter Entfernung, ſo haben wir 12,989 M
Brennweite. Dieſe beiden Größen verhalten ſich aber = 1:1
ändern ſich mithin ebenfalls bedeutender als das Brechungsverh

3524 Wir hatten 1,4730 für parallele, 1,4746 für convergente
mit 34,3 und 1,4761 für convergente Strahlen mit 47,8 Milli
fernung des Leuchtpunktes. Das Brechungsverhältniß nahm da
ſen drei Fällen allmälig zu. Dieſer Umſtand kann einen Fehl
experimentelle Ermittelung des Brechungsverhältniſſes der Lin
vermeiden vermag, theilweiſe verbeſſern. Petit und Choſſa
ten nämlich ſchon, daß die Trübung und die Vertrocknung der
Brechungscoefficienten erhöht. Die Polariſationserſcheinungen
daß die Kryſtalllinſe faſt unmittelbar nach dem Tode an Du
verliert. Man muß hiernach etwas zu große Werthe ſelbſt
neueſten Verſuchen erhalten. Wir haben oben geſehen, daß
Auge eingeſchloſſene Kryſtalllinſe einen etwas höheren Brechun
ten, als die in der Luft befindliche Linſe, die parallele St
pfängt, beſitzen muß, weil dieſe immer aus einer endlichen
Entfernung in dem erſteren Falle austreten. Der Brechungs
der Verſuch liefern kann, wird aus dieſem Grunde für die
auf die Verhältniſſe des Sehens zu niedrig und für die u
Beobachtung im Freien zu hoch ausfallen.

3525 Der Hauptvortheil, den die Natur mit der Wahl der
Kryſtalllinſe zu erzielen ſucht, kann nicht in der Erreichung
ren Brechungsverhältniſſes liegen. Wollte ſie nur dieſes he
brauchte ſie nur die Linſe etwas dichter und gleichartig zu ma
Kern der Kryſtalllinſe mancher Säugethiere liefert ſchon faſt eb
Werthe, wie die Linſe des Menſchen im Ganzen. Der des
z. B. 1,447 nach Wollaſton im friſchen und 1,530 im tro
ſtande.

Wir haben früher (§. 3480.) geſehen, daß die Schichtung
deren Vortheil gewahrt. Sie vergrößert die Oeffnung der Linſe
mindert die Abweichung von der Kugelgeſtalt. Verſtehen wir u
Oeffnung den Winkel, den die von dem Brennpunkte nach dem

[1] Chossat, a. a. O. pag. 20.

der Linſe gezogenen Linien einſchließen, ſo beträgt ſie 57°14′ für die in der Luft befindliche Linſe des Auges der 50jährigen Frau. Beſtände ſie aus einer gleichartigen Maſſe mit dem größten Brechungsverhältniſſe des Kernes, ſo erhielten wir nur 53°56′. Die Schichtung erhöhte hiernach die Oeffnung um 3°18′. Anhang Nr. 141. 1 u. 2.

Haben zwei Linſen die gleiche Form und Größe, aber verſchiedene 3526
Brechungsverhältniſſe, ſo können ſie nur dieſelben Längenabweichungen darbieten, wenn ihre Oeffnungen ungleich ausfallen. Es ergiebt ſich aus den allgemeinen Gleichungen, daß die Oeffnung von der, welche einen größeren Ablenkungscoefficienten beſitzt, im Nachtheil iſt. Dieſes vorausgeſetzt, ſo wollen wir die Kryſtalllinſe mit einer Glaslinſe vergleichen und die Schichtung für den Augenblick der Einfachheit wegen bei Seite laſſen. Anhang Nr. 143. Gleich. Nr. 3.

Denken wir uns, die eine Linſe ſei von Crownglas und habe 1,533 3527
zum Brechungscoefficienten, während die Kryſtalllinſe im Ganzen 1,473 darbietet, ſo würden ſich die beiderſeitigen Oeffnungen wie 1:1,072 für die gleiche Längenabweichung verhalten. Der Oeffnungswinkel der §. 3525. erwähnten Kryſtalllinſe entſpräche 50°20′ für die Glaslinſe.

Wir haben §. 3479. geſehen, daß die gewöhnlichen einfachen Glas- 3528
linſen höchſtens 15° Oeffnung vertragen, ohne daß ihre Randſtrahlen weſentliche Störungen der Kugelabweichung wegen verurſachen. Die Freſnel'ſchen geſchichteten Linſen der Leuchtthürme erhöhen dieſen Werth auf 40°. Man ſieht, daß die Natur eine verhältnißmäßig noch größere Oeffnung der Kryſtalllinſe verliehen hat.

Die Lichtſtärke des Bildes, das eine Linſe erzeugt, hängt von der 3529
Menge der durchgeführten Strahlen ab. Die geſchichtete Kryſtalllinſe kann daher hellere Bilder, die nicht durch die ſphäriſche Abweichung geſtört werden, liefern. Wir dürfen wohl den Hauptnutzen der Schichtung in der möglichen Vermehrung der Lichtſtärke bei gleichzeitiger Erweiterung des Sehloches ſuchen. Das Sehloch erweitert ſich auch im Dunkeln, um die größte Helligkeit den ſchwach beleuchteten Gegenſtänden zukommen zu laſſen.

Die gleichen Schlüſſe können auf den geſchichteten Bau der Horn- 3530
haut und des Glaskörpers angewendet werden. Die Natur vermindert auch durch ſie die Abweichung von der Kugelgeſtalt. Die dunkle Kammer des Auges enthält eine Reihe geſchichteter Linſen, damit die Bilder ſo hell und ſcharf als möglich ausfallen.

Betrachten wir die Ablenkungen, welche die einzelnen Linſen des Au- 3531
ges einleiten, ſo können wir nur den abſoluten, oder richtiger geſagt, den auf die Atmoſphäre bezogenen Brechungscoefficienten der Hornhaut berückſichtigen. Was die übrigen Mittel betrifft, ſo müſſen wir die gegenſeitigen Brechungsverhältniſſe der Reihe nach beſtimmen oder deren relative Ablenkungscoefficienten berechnen. Die Hornhaut hat z. B. nach Choſat 1,33 im Verhältniß zur Luft. Die wäſſerige Feuchtigkeit bietet in dieſer Hinſicht 1,338 dar. Das gegenſeitige Brechungsverhältniß der Hornhaut und der wäſſerigen Feuchtigkeit, das allein für die Lehre vom Sehen Anhang Nr. 131. Anhang Nr. 137.

in Betracht kommt, beträgt daher $\frac{1,338}{1,33} = 1,0061$.

3532 Halten wir uns an die Werthe von Chossat, so finden wir 1,33 für die Hornhaut, 1,0061 für die wässerige Feuchtigkeit, 1,015 für die Vorderfläche der Linsenkapsel, 1,0012 für die vordere weiche, 10087 für die vordere mittlere Schicht, 1,018 für den Kern, 0,9824 für die mittlere hintere weiche Lage, 0,9914 für die hinterste weiche Schicht der Linse, 1,0012 für die Hinterfläche der Linsenkapsel und endlich 0,9918 für den Glaskörper.

3533 Die Maaßbestimmungen des Menschenauges, die genau genug sind, um zu ferneren annähernden Rechnungen gebraucht zu werden, liefern keine Zahlen für die Dicke und die Krümmungshalbmesser der Linsenkapsel. Man kann daher diesen Theil in solchen Berechnungen nicht berücksichtigen. Wir werden in der Folge sehen, daß dieser Uebelstand die Ergebnisse in keiner wesentlichen Weise stören dürfte, weil der geringe Unterschied der Ablenkungsverhältnisse ungefähr dadurch aufgehoben werden kann, daß die Linsenkapsel etwas größere Krümmungshalbmesser als die Oberfläche der Linse haben muß. Lassen wir daher die Umhüllung der Krystalllinse bei Seite und berücksichtigen wir, daß keine mittlere hintere weiche Linsenschicht in den von Krause genauer gemessenen Augen vorkam, so erhalten wir 1,33 für die Hornhaut, 1,0061 für die wässerige Feuchtigkeit, 1,0336 für die vorderste weiche, 1,0087 für die mittlere weiche Schicht, 1,018 für den Kern, 0,9739 für die hintere weiche Lage der Linse und 0,9682 für den Glaskörper.

3534 Wir können uns die Uebersicht des Ganzen noch mehr erleichtern, wenn wir uns eine in ihrer Masse gleichartige Linse statt der geschichteten Krystalllinse denken. Wir haben §. 3516. gesehen, daß man dann 1,4746 als absolutes Brechungsverhältniß nach Chossat's Werthen annehmen muß, so wie parallele Strahlen auf die Hornhaut fallen. Wir finden dann 1,33 für die Hornhaut, 1,0061 für die wässerige Feuchtigkeit, 1,102 für die Vorderfläche der Linse und 0,908 für den Glaskörper.

Das einfachste Verfahren, das Brechungsverhältniß eines dazu geeigneten Körpers zu bestimmen, besteht darin, daß man sich aus ihm ein passendes Prisma von bekanntem brechenden Winkel verfertigt, die kleinste Ablenkung (§. 3436.), die es bewirkt, mittels des Theodolithen ermittelt und den Brechungscoefficienten aus diesem Grundwerthe berechnet. Da sich aber keine Prismen mit hinreichend scharfen brechenden Winkeln aus den Augenmedien verfertigen lassen, so bedienten sich manche Forscher einer von Biot angegebenen oder einer ihr ähnlichen Vorrichtung, um zum Ziele zu gelangen. Denken wir uns, wir hätten ein Glasprisma, das, wie es Fig. 241. zeigt, von einer Seite zu

Anhang Nr. 132.

Fig. 241.

Fig. 242.

eren durchbohrt ist und überdies noch einen Nebencanal zum Einfüllen besitzt, so rd es zu beiden Seiten mit völlig ebenen Spiegelplatten belegt. Man füllt die Flüsgkeit oder die halbweiche Masse, die geprüft werden soll, in die Oeffnung, und verfährt i ähnlicher Weise, wie bei dem dichten Prisma.

Brewster [1]) und Gordon bedienten sich in neuerer Zeit prismatischer Vorrichtungen, um die Ablenkungsverhältnisse der Augenmedien zu bestimmen. Die Brechung wurde unmittelbar mit der des Wassers verglichen werden. Anhang Nr. 187.

Der Versuch, Prismen der Art zu bilden, stößt nicht selten auf Schwierigkeiten. awkšbee [2]) bemerkte schon zu Anfange des vorigen Jahrhunderts, daß dabei die Krylinse undeutliche Bilder lieferte. Man kann mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, s die gewaltsame Verschiebung der Linsenschichten die Hauptursache dieser Erscheinung ete. Chossat [3]) und Cauchoir überzeugten sich auch, daß eine unnatürliche Stelng des Glaskörpers die Durchsichtigkeit desselben vermindert.

Wollaston hat sein Verfahren, das Brechungsverhältniß durchsichtiger und unchsichtiger Körper zu bestimmen, auf die Krystalllinse angewendet. Wir sahen früher . 3430.), daß der Fall der gänzlichen Zurückwerfung bei einem gewissen Einfallswinkel itritt, so wie der Lichtstrahl aus einem stärker ablenkenden in ein schwächer brechendes ittel übergeht. Denken wir uns nun, der zu untersuchende Körper besäße einen kleinen Brechungscoefficienten, als Glas, wir hätten ihn an ein Glasprisma von bekannn Ablenkungsverhältnisse befestigt und wir ermittelten den Winkel, bei dem die gänzhe Zurückwerfung beginnt, so könnten wir hieraus den Brechungsinder des untersuchten Anhang Nr. 181. örpers berechnen. Wollaston hat zu diesem Zwecke eine eigene Vorrichtung, welche e Prüfung erleichtert, angegeben [4]). Manche Optiker, wie Brewster, bestreiten es, s man vollkommen genaue Werthe auf diesem Wege erhalten könne. Young fand gegen, daß die Zahl, die man hierbei zu ermitteln im Stande ist, dem Brechungsverltnisse der äußersten rothen Strahlen genau entspricht.

Chossat [5]) bediente sich eines Verfahrens, das schon von Euler theoretisch angeutet worden, das aber erst Barlow und Brewster praktisch durchgeführt haben. enkt man sich, man hätte ein Mikroskop so eingestellt, daß man einen unterliegenden egenstand so scharf als möglich sieht, so bemüht man sich, die Entfernung von diesem nd dem Objectiv so genau, als es angeht, zu bestimmen. Ist dieses geschehen, so bringt an den halbweichen oder den flüssigen Prüfungskörper auf eine vollkommen ebene Glasatte, drückt ihn an die freie Linsenfläche des Objectivs und ermittelt von Neuem den bstand, der zur deutlichsten Wahrnehmung des Gegenstandes nöthig ist. Das Brenungsverhältniß der Masse läßt sich dann berechnen. Man kann auch einen gleichen rsuch mit Wasser anstellen, um sich die Bestimmung zu erleichtern und zu sichern [6]). ch kann mir kein Urtheil über den Genauigkeitsgrad dieses Verfahrens erlauben. Es heint mir aber, daß die vollkommen sichere Bestimmung der größten Deutlichkeit der ilder und die Messung der Entfernungen manche Schwierigkeiten darbieten muß.

Ein einfaches Mittel, die Brechungsexponenten einzelner Augenmedien zu erforhen, bestände, wie es auf den ersten Blick scheint, darin, Flüssigkeiten zu suchen, welche ieselben Brechungsverhältnisse, wie die Hornhaut, die Linse oder der Glaskörper hätten. as vorzüglichste Hinderniß, auf das man bei diesen Bemühungen stoßen dürfte, liegt in en chemischen Verhältnissen der Augentheile. Diese trüben sich nämlich leicht, so wie

---

[1]) Brewster, in the Edinburgh Philosophical Journal. Vol. I. Edinburgh, 1819. 8. pag. 42 — 45.

[2]) J. Priestley, Geschichte u. gegenwärtiger Zustand der Optik, vorzüglich in Absicht auf den physikalischen Theil dieser Wissenschaft. Uebersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen begleitet von G. S. Klügel. Leipzig, 1776. 4. S. 129.

[3]) Chossat, a. a. O. pag. 219.

[4]) Siehe z. B. A. Baumgartner. Die Naturlehre. Supplementband. Wien, 1831. 8. S. 446. Fig. 115. Ueber die veränderte Vorrichtung von J. F. Cooper, s. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Band LXII. Leipzig, 1844. 8. Seite 608 — 610.

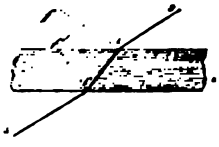
[5]) Chossat, a. a. O. p 217.

[6]) Die Formeln, die zu diesen Berechnungen nöthig sind, finden sich z. B. bei Kunzek, Die Lehre vom Lichte. Lemberg, 1836. 8. S. 243 — 245.

sie mit fremdartigen Flüssigkeiten in Berührung kommen. Da jedoch eine Einri 1,351 nach Euler, Menschenblut 1,354, Eiter 1,395, Kamillenöl 1,476 nach B ster und Young, Lavendelöl 1,467 und Mandelöl 1,470 nach Wollaston a chungsverhältniß besitzt, so wäre es doch des Versuches werth, diese und ähnliche zu Prüfungen der Augentheile des Menschen und der Thiere zu benutzen.

Die Polarisationserscheinungen könnten noch sicherer zum Ziele führen. Wi schon Bd. I. S. 303. gesehen, daß die Neigung des Polarisationsspiegels von der aus der er besteht, abhängt. Der sogenannte Polarisationswinkel, oder d kel, den der auffallende Strahl mit dem Einfallslothe bildet, muß immer eine b Größe haben, wenn die Bd. I. S. 300 — 303 geschilderten Polarisationserscheinu in genügender Vollkommenheit auftreten sollen. Brewster entdeckte bei näh folgung des Gegenstandes, daß der Polarisationswinkel mit den Brechungsverh innig zusammenhangt. Bildet z. B. *ei*, Fig. 243., einen Strahl, der unter d

Fig. 243.



risationswinkel einfällt, so schneiden sich der ur fene und der gebrochene Strahl *fi* und *ir* un rechten Winkel *fir*. Man hat auf diese Weise e in Händen, das Brechungsverhältniß sehr kleiner, gelnder Körper zu bestimmen [1]). Es läßt sich d finden, daß der Ablenkungscoefficient der Tan Polarisationswinkels gleicht. Wir erhalten z. B für Crownglas von 1,533. Nehmen wir die Z Chossat, so müßten die Hornhaut 53°1′, die L senschicht 54°8′ und der Kern der Krystalllinse 54

Anhang Nr 14.d.

3535 Der Meniscus einer stärker brechenden Masse, die vorn un von Luft begrenzt wird, gewinnt den Charakter einer Zerstreu wenn die vordere Krümmung flacher oder ihr Krümmungshalbm ßer, als der der Hinterfläche ist. Wir sahen aber §. 3506., Hornhaut diesem Verhältnisse entspricht. Haben wir sie von d losgetrennt, so bildet sie mithin keine Sammel-, sondern eine Zers linse. Denken wir uns die wässerige Feuchtigkeit als einen einf niscus, so können wir den gleichen Schluß auf sie anwenden

3536 Besitzt das Mittel, welches die hintere Fläche des Men grenzt, ein größeres Brechungsverhältniß als dieser, so ände Wirkung der Linse. Sie wird unter diesen Verhältnissen zu ei mellinse. Die stärkere Krümmung der Hinterfläche bildet dann nicht sowohl das Ende des Meniscus, als die Vorderseite ei kräftiger ablenkenden Mittels. Die Hornhaut gewinnt also erst male einer Sammellinse durch die hinter ihr liegende wässerige keit und diese durch die Krystalllinse.

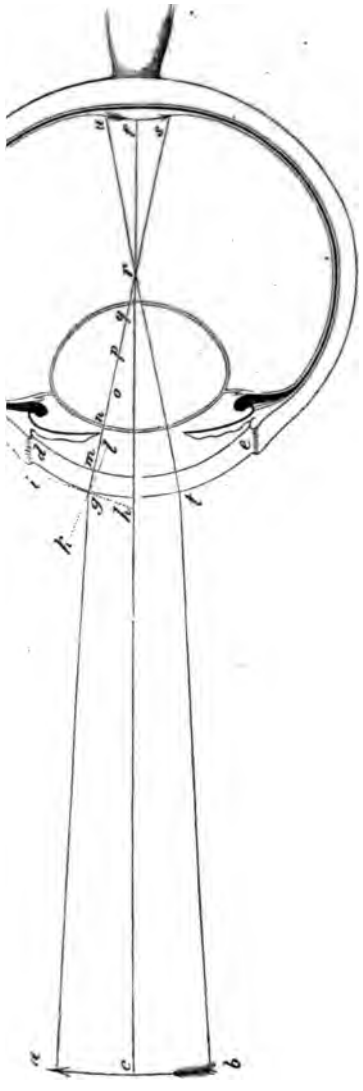
3537 Eine biconvere Linse, die schwächer ablenkende Mittel vor u sich hat, arbeitet immer als Sammellinse. Ihre vordere cor ihre hintere concave Oberfläche verstärken in diesem Falle die gleichzeitig (§ 3466.) Wäre die Krystalllinse in ihrer Masse g so würde sie schon diese Wirkung ausüben. Die Betrachtung d tungsverhältnisse belehrte uns aber, daß dieser Umstand den E Einfluß noch mehr vergrößert

3538 Wir sehen hieraus, daß sich eine Sammellinse an die ande diesem Auge anlegt. Vergleichen wir die gegenseitigen Ablenkun

[1]) Siehe hierüber Brewster's Treatise on Optics. Edinb. 1831. 8. S. bei Herr Lehrbuch der Optik. S. 439.

sie §. 3534. gefunden worden sind, so ergiebt sich, daß die ung der Strahlen bei dem Uebergange derselben in die Hornlande kommt. Kein innerer Ablenkungskörper kann sich in die- mit der Cornea vergleichen. Die wässerige Feuchtigkeit wirkt ine schwächere und die Krystalllinse als eine stärkere Sammel- beruht aber auf einem Irrthume, wenn man nicht selten ge- , die Krystalllinse müsse die stärkste Brechung einleiten, weil)sten absoluten Brechungscoefficienten (= 1,47) hat. Sie wirkt)wächer, als die Hornhaut, weil diese ihren absoluten (=1,33), n nur ihren verhältnißmäßigen Brechungscoefficienten (= 1,102) in Anspruch nehmen kann.

Fig. 244.



3539 **Gang der Lichtstrahlen im Auge.** — Wir wollen annehmen, daß die Ablenkungskörper unseres Auges vollkommen geordnet sind (§. 3270.), u. daß *ab*, Fig. 244., einen leuchtenden Gegenstand linear darstellt. Der in der Richtung der Sehachse *cf* verlaufende Hauptstrahl geht vollkommen ungebrochen durch (§. 3444.). Alle übrigen dagegen werden von ihren Bahnen abgelenkt.

Gesetzt, *ag*, Fig. 244., sei der Achsenstrahl des von dem Punkte *a* ausgehenden Lichtkegels und *hi* die dem Berührungspukte *g* entsprechende Tangente, so bildet *kga* den Einfallswinkel. Da aber die Hornhaut als Sammellinse thätig ist (§. 3536.), so muß der Brechungswinkel *lgm* kleiner als der Einfallswinkel *kga* sein. *gm* convergirt stärker mit der Augenachse, als *ag*. Das Gleiche wiederholt sich für die wässerige Feuchtigkeit. Der Strahl geht zur Linse in der Richtung *mn*. Wird er von der Regenbogenhaut nicht aufgefangen, so muß die bedeutende Ablenkung, welche die

linse selbst erzeugt, bemerken, daß er in *nopq* verläuft, die Richtung der Sehachse in einem Punkte, z. B. *r*, oder noch früher schneidet und als *rs* zur Netzhaut weiter geht. Der Achsenstrahl des Lichtkegels, den der Punkt *b* entläßt, verfolgt auf gleiche Weise die Bahn *btru*.

Soll der Gegenstand deutlich gesehen werden, so muß *s* den wechselseitigen Brennpunkt für den Punkt *a*, und *u* den für *b* bilden. Es ist daher das *ab* entsprechende Netzhautbild. Da aber *s* unten oder links liegt, je nachdem sich *a* oben oder rechts befindet, so erhellt von selbst, daß das Netzhautbild des erblickten Gegenstandes umgekehrt gelagert ist. Wir finden daher hier ein entgegengesetztes reelles Bild wie in einer einfachen doppelt converen Linse, für welche der Gegenstand jenseits des Hauptbrennpunktes liegt (§. 3457.).

3540 Wir haben §. 3459. gesehen, daß das umgekehrte Bild verkleinert erscheint, so wie der Gegenstand jenseit der doppelten Hauptbrennweite steht. Nehmen wir das von Krause genauer gemessene Auge zum Beispiel, so beträgt diese 3,889 Centimeter für die Hornhaut. Die übrigen Augenmittel geben, wie wir sehen werden, noch kleinere Werthe. Da wir aber nur Gegenstände, die mindestens 10,8 Centimeter, also nicht als 7,778 Centimeter von dem Auge abstehen, deutlich sehen, so muß das Netzhautbild derselben nicht bloß umgekehrt, sondern auch verkleinert ausfallen. Es ergiebt sich aus den §. 3459. dargestellten Verhältnissen, daß die Verkleinerung mit der Entfernung des leuchtenden Gegenstandes zunimmt.

Anhang Nr. 139, 1. a. 1.

3541 Man kann sich von der Wahrheit dieses Satzes leicht überzeugen. Hält man eine brennende Kerze vor dem ausgeschnittenen Auge eines Albinokaninchens oder eines anderen pigmentarmen Thieres, so sieht man, wie das umgekehrte Flammenbild hinten durch die harte Haut durchschimmert. Hat man den entsprechenden Theil der harten Haut und der Aderhaut eines Menschenauges vorsichtig entfernt, so gelingt hier der gleiche Versuch. Wurde hierbei zufällig die Netzhaut mit abgetragen, so braucht man nur ein halbdurchsichtiges Häutchen aufzulegen, um zum Ziele zu gelangen. Prüft man das Auge einige Stunden nach dem Tode, wenn indeß seine Hornhaut und seine Linse getrübt, so verliert das Bild an Helligkeit und Schärfe [1]).

Die älteren Forscher haben schon häufig Linsenverbindungen, welche die an der Augenoberfläche stattfindende Brechung versinnlichten, dargestellt. Wir haben gesehen, daß die Hornhaut einen convex concaven Ablenkungskörper bildet, der nur in Gemeinschaft mit der wässerigen Feuchtigkeit einer Sammellinse, von beiden Seiten dagegen von Luft umgeben, eine Zerstreuungslinse gleicht. Da das Gleiche für die wässerige Feuchtigkeit gilt, so muß man zunächst die Lichtstrahlen der äußeren Gegenstände mit einem doppelt converen Glase oder einem sammelnden Meniscus auffangen. Hat diese eine dunkele Kammer hinter sich (§. 3481.), so kann man schon hier umgekehrte und verkleinerte Bilder erhalten, wenn nur der leuchtende Gegenstand jenseit der doppelten Hauptbrennweite liegt. Bringt man aber eine Kugel, die eine stärker brechende Flüssigkeit enthält, hinter der Linse in der

[1]) Eine Zusammenstellung verschiedener Versuche, welche das Gleiche erhärten, findet sich in A. W. Berthold, Das Aufrechterscheinen der Gesichtsobjecte. Zweite vermehrte Ausgabe Göttingen, 1834. S. S. 13 — 31.

ntfernung an, so gewinnt man nicht nur an Kürze der Vereinigungsweite, hält überdies eine Vorrichtung, die noch manche andere Verhältnisse des Se- aulich machen kann. Weingeist, dessen Ablenkungsverhältniß 1,377 gleicht, eig- erzu besser, als Wasser, dem nur ein Werth von 1,336 zukommt.

on Gerber verfertigter, für Vorlesungen recht brauchbarer Apparat ruht Grundlage. Eine mit einem Stiele *a*, Fig. 245., versehene Schumacherlampe t Weingeist angefüllt. Da ihre spätere Hinterfläche einen matten Grund dar, i, so überzieht man einen Theil derselben mit einem Stück Lungen- oder Bauch- erdes, *cd* Fig. 245. Eine geschwärzte Kapsel, die in zwei Hälften zerfällt, 15., dient als Hülle. Der Vordertheil von dieser *eqfgh*, Fig. 245., verlän- t seiner Mitte in eine Röhre *if'g'k*. Eine zweite geschwärzte Röhre *i'k'*, die

Fig. 245.

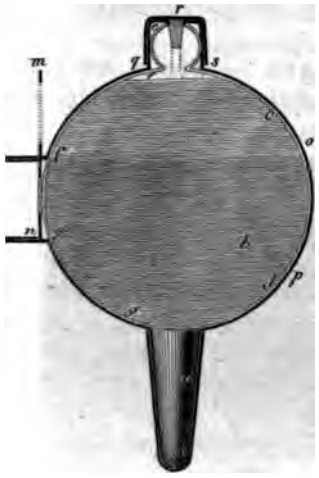
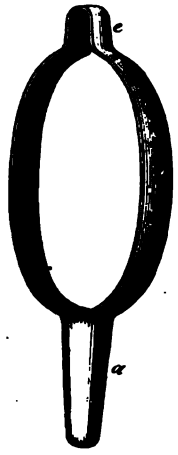


Fig. 246.



doppelt convere Glaslinse *l* trägt, kann in diese eingeschoben werden. *if'g'k* er Oberseite einen Ausschnitt, in den einzelne mit verschieden großen Oeffnun- ne geschwärzte Kartenblätter *m n* eingeführt werden können. Man ahmt so ›ogenhaut durch eine Blendung nach.

›interhälfte der schwarzen Umhüllung *ec*, Fig. 246., besitzt eine kreisförmige ›*p*, Fig. 245, an der passenden Stelle. Der matte Grund, den *cd* liefert, ' diese Weise frei zu Tage. Ein aus Pappendeckel verfertigter Stiel *a*, Fig. nt *a*, Fig. 245., auf. *b* und *c*, Fig. 246., verlängern sich in zwei Seitenblät- *e*, Fig. 246., oder *e*, Fig. 245. Ein Deckel *qrs*, Fig. 245., schließt hier das

nit Weingeist gefüllte Schuhmacherlampe besitzt einen Durchmesser von 12 Cen- der von mir gebrauchten Vorrichtung. Man hat für sie zwei Arten von m die Verhältnisse der stärkeren und der schwächeren Brechung zu erläutern. ietet 9 und die andere 6 Centimeter Hauptbrennweite dar. Die Oeffnungen ung schwanken zwischen 3 und 10 Millimeter.

mgekehrten Bilder stellen sich auf *op* mit vieler Schärfe dar. Man kann auf die Einflüsse des matten Grundes, der der Netzhaut entspricht, die Wirkun- erschiedenen Entfernungen des Leuchtpunktes, die Thätigkeit der Regenbogen- Verhältnisse der Kurz- und der Weitsichtigkeit u. dgl. versinnlichen. Hat man *b* mit Wasser statt mit Weingeist gefüllt, so werden die Bilder ferner Gegen- er sonst gleichen Verhältnissen verwischter. Sie gewinnen aber an Deutlich- nn man das Auge selbst von der Vorrichtung weiter entfernt.

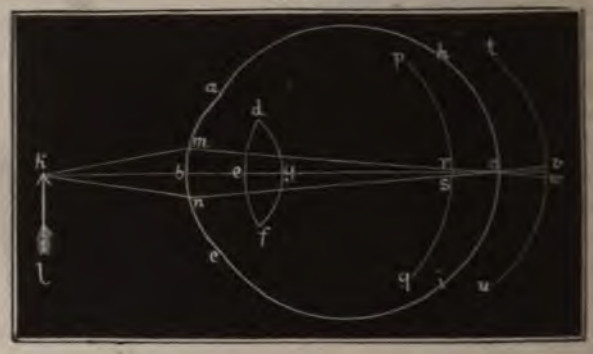
te [1]) hat ein künstliches Auge, das zugleich die Wirkungen der Augenmuskeln

. Th. Ruete, Das Ophthalmotrop. Göttingen, 1846. 8. S. 13—17. Fig. 1 u. 2.

erläutert, unter dem Namen des Ophthalmotrops angegeben. Zwei Linsen, deren die eine die Hornhaut und die andere die Krystalllinse darstellt, werfen ihr auf ein mattgeschliffenes Glas, das der Netzhaut entspricht. Dieses ist mit einem Kn dessen Durchschnittspunkt das hintere Ende der Sehachse vorstellt, versehen. Man k sich auf diese Weise an zwei gleichen künstlichen Augen der Art über die Lagenbezi gen der Spiegelbilder unterrichten. Da die vordere Linse, der Abbildung nach zu ur len, convex-concav ist, so wird sie so geschliffen sein müssen, daß ihre vordere Flä krümmter, als die hintere ist, mithin entgegengesetzt wie die Hornhaut. Die zweite pelt convexe Linse läßt sich in geringem Maaße von vorn nach hinten verschieben, manche Annahmen, die man über das Anpassungsvermögen des Auges aufgestellt zu versinnlichen. Eine Blendung vertritt die Regenbogenhaut. Zwei vollständige und ein drittes Kreisstück machen es möglich, daß der ganze Augapfel in ähnlicher wie das todte Auge, durch das Anziehen der drei Augenmuskelpaare gemäßigt kann.

3542 **Vereinigungsweite des Auges.** — Stellen wir uns vor, Fig. 247., bezeichnet die Hornhaut, *defg* die Krystalllinse und

Fig. 247.



Netzhaut, so muß der wechselseitige Brennpunkt von *k* in dem Laufe *hi* liegen, wenn wir *k* mit größter Deutlichkeit sehen sollen. Befände sich aber die Netzhaut in *pq*, so hätten wir den vorderen Zerstreuungskreis *rs*, und läge sie in *tu*, den hinteren *vw* statt des einfachen Punktes *o*.

3543 Es fragt sich zunächst, ob man auf dem Wege der Rechnung ermitteln kann, daß ein Leuchtpunkt, den das menschliche Auge erblickt, seine Vereinigungsweite auf der Netzhaut hat. Die verschiedensten Forscher haben seit mehr als hundert Jahren versucht, diese Aufgabe zu lösen. Die meisten erhielten zu große Werthe, so daß der gesuchte Brennpunkt weit hinter die Netzhaut fiel. Die wesentlichsten Einwendungen, die man gegen solche Bestimmungen machen ließen, bestanden darin, daß man unsichere Augenmaaße zum Grunde legte, ein zu kleines Ablenkungsverhältniß für die Krystalllinse annahm, oder die Dicke der Brechungsflächen der Gesichtswerkzeuge unberücksichtigt ließ.

Betrachten wir den gegenwärtigen Stand der Aufgabe, so treten immer noch mehrere Hindernisse, welche eine vollkommen genügende Lösung unmöglich machen, entgegen. Will man nicht alle Berechnungen aufgeben, so muß man die Krümmungen aller oder der meisten Augen

ugelig anſehen. Wir haben ſchon früher gefunden, daß ſie dieſe
, genau genommen, nicht beſitzen, daß es aber bis jetzt unent-
en iſt, welche Curven den meiſten von ihnen zukommen. Jede
nmung, die unter der oben erwähnten Vorausſetzung gemacht wird,
daher höchſtens eine annähernde Gültigkeit für centrale Strahlen
ſpruch nehmen. Man iſt ferner genöthigt, die Einflüſſe, welche die
kapſel und die Morgagni'ſche Feuchtigkeit ausüben, bei Seite zu

Es fragt ſich endlich, ob nicht die Vereinigungsweite in das In-
er Netzhaut fallen kann. Da aber dieſe wahrſcheinlich ein anderes
kungsverhältniß als der Glaskörper darbietet, ſo liegt hierin ein
kand, der bei den gegenwärtigen Beſtimmungen bei Seite geſetzt
n muß.

Das einfachſte Verfahren beſteht in der allmäligen Berechnung, wie 3544
in Anhang Nr. 138. und Nr. 139. durchzuführen verſucht habe.
eſtimmte zuerſt die Krümmungshalbmeſſer der einzelnen Augenmedien
on Krauſe angegebenen Abſciſſen und Ordinaten nach der hierbei
hen Anwendungsweiſe des Verfahrens der kleinſten Quadrate und Anhang Nr. 138.
nete nun reihenweiſe die einzelnen Brennpunkte, bis ich zur Hinter-
der Linſe gelangte. Ein Beiſpiel möge uns hier anſchaulich machen,
elche Weiſe dieſes geſchehen kann. Da die Grundwerthe der Be-
ungspunkte in Pariſer-Linien gegeben ſind, ſo wurden auch dieſe
e Rechnung beibehalten und erſt die Endzahlen auf Millimeter zu-
führt.

Denken wir uns, wir hätten ein fortlaufendes Mittel von der Brech- 3545
und der vorderen Krümmung der Hornhaut des Auges der 50jähri-
Frau und es fielen auf daſſelbe parallele Strahlen, ſo würde die Anhang Nr. 139, I. a.
tbrennweite 17‴,248 betragen. Es ergiebt ſich hieraus, daß die
ylen weder parallel, noch divergirend, ſondern convergirend in die
rige Feuchtigkeit eintreten. Sie haben daher für dieſe eine negative
rnung (§. 3520.). Da die Dicke der Hornhaut 0‴,5 betrug, ſo er-
n wir — 16,748 für den Abſtand, den wir für die Vorderfläche der
rigen Feuchtigkeit zum Grunde zu legen haben.

Strahlen, die unter 16‴,748 negativer Entfernung in die wäſſerige
ſtigkeit eintreten, vereinigen ſich 16‴327 hinter der Vorderſeite der-
n. Der Abſtand der Hinterfläche der Hornhaut von der Vorderfläche
Linſe glich aber 1‴,1. Wir finden daher wieder 15‴,227 für die
ſte negative Entfernung.

Die vorderſte weiche Schicht der Linſe giebt 12‴,925 als Vereini-
gsweite. Ihre Dicke war aber 0‴,9. Die Entfernung für die äußere
ſchicht entſprach daher — 12‴,025. Wir erhalten dann 11‴,305
wechſelſeitige Brennweite. Da wir hier 1‴,0 als Dicke haben, ſo
ben ſich — 10‴,305 für die Vorderfläche des Kernes und 7‴,346 für
Brennweite deſſelben. Die Dicke des Kernes betrug 0‴,9. Haben
deshalb — 6‴,446 als negativen Abſtand, ſo finden wir 5‴,7038
die Vereinigungsweite der Hinterfläche des Kernes. Nun glich die
erſte weiche Linſenſchicht 0‴,3. Wir erhalten daher — 5‴,4038 als

letzten negativen Abstand für die Hinterseite der Linse und 4‴,81
10,855 Mm. für das Endergebniß.

3546 Dieses Verfahren setzt eine nicht bewiesene Annahme voraus.
muß nämlich die von Choſſat gefundenen Brechungsverhältniſſe
von Krauſe gemeſſene Auge übertragen. Ich glaube nicht, daß
ſer Uebelſtand je wird vermeiden laſſen. Denn man muß zuge
es kaum möglich iſt, die Krümmungshalbmeſſer und die Ablenk
ficienten an einem und demſelben Auge mit dem Grade von S
den die Aufgabe fordert, zu ermitteln: Schließt aber nun der
der andere Theil größere Unrichtigkeiten ein, ſo wankt der B
ganzen Beſtimmung.

3547 Der Verſuch, die Vereinigungsweite auf dieſe Weiſe zu erh
Anhang Nr. 139, Gleich. Nr. 1, 2 und 4. mühſam und zeitraubend. Man braucht drei Hauptformeln, ein
Brennweite der Hornhaut, eine zweite für den Eintritt conve
Strahlen in die converen Augenmedien, die bis zu dem Kerne
reichen und eine dritte für den Fortgang ähnlicher Strahlen
concaven Brechungskörper des Sehorgans. Jedes einzelne Aug
mindeſtens ſechs bis ſieben allmälige Durchführungen nach einer
chenden Formel. Man hat aber den Vortheil, daß man von ma
pothetiſchen Annahmen befreit iſt und ſelbſt die geringen Unterſ
Brechungsverhältniſſe der Hornhaut, der wäſſerigen Feuchtigkeit
Glaskörpers, ſo wie die größeren der einzelnen Hauptſchichten
ſtalllinſe in der Art, wie ſie in dem Auge vorkommen, ber
Man darf die Mühe, die ſolche Beſtimmungen verurſachen, nich
weil einzelne ſpäter zu erwähnende Fragen der Phyſiologie des
nach dem Entſcheiden dieſer Beſtimmungen, wenn auch nicht m
beit, doch mit Wahrſcheinlichkeit beantwortet werden können.

3548 Ein geſundes Auge iſt im Stande, unendlich ferne Gegenſ
ſo gut, als ſolche, die nur 4 Zoll oder 10,8 Centimeter von d
haut abſtehen, mit ziemlicher Deutlichkeit und ohne ſehr tief
Störungen wahrzunehmen. Die Rechnung muß daher wenigſtens
beiden Fälle durchgeführt werden. Mehrere Thatſachen, die m
Folge bei der Betrachtung des Anpaſſungsvermögens kennen le
den, laſſen erwarten, daß das todte Auge eher für die genaue
paralleler Strahlen, als für den Eintritt der Lichtwellen, die
10,8 Centimeter Entfernung ausgeben, eingerichtet iſt. Wir w
ſehen, was in dieſer Hinſicht die beiden von Krauſe gemeſſen
ergeben.

3549 Die unmittelbare Meſſung lehrte, daß der in dem Verlauf
genachte beſtimmte Abſtand der Hinterfläche der Kryſtallinſe von
haut der jüngeren Frau 10,828 Mm. betrug. Die Rechnu
10,855 Mm für die letzte Vereinigungsweite der Strahlen, die
lich parallel auf die Hornhaut fallen. Theorie und Erfahrun
bider nur um 0,027 oder um $\frac{1}{37}$ Mm., d. h. ſo gut als gar
Stammen dagegen die Strahlen aus 10,8 Centimeter Entfer
gleicht ihre Brennweite im Auge 12,989 Mm. Könnte ſich

n Wechsel der Entfernung nicht anpassen, so würde dann der Vereini-
ngspunkt 2,161 Mm. hinter der Vorderfläche der Netzhaut liegen. Wir
rden in der Folge mehrere Male auf dieses Ergebniß zurückkommen
ssen.

Empfängt das Auge des 30jährigen Mannes parallele Strahlen und 3550
mt man die Krümmungswerthe, wie sie in dem Anhange dargestellt Anhang Nr. 139. II. a.
rden, an, so liegt seine gesammte Vereinigungsweite 15,252 Mm. hinter
Hinterfläche der Linse. Die Mitte der Vertiefung des gelben Fleckes
nd aber von dieser um 15,001 Mm. ab. Rechnung und Erfahrung
ichen daher hier wiederum nur um 0,251 oder um ¼ Mm. ab. Lag
gegen der Leuchtpunkt 10,8 Centimeter von dem Auge entfernt, so
einigten sich seine Strahlen 18,434 Mm. hinter der Hinterfläche der Anhang Nr. 139, II. b.
se und mithin wiederum 3,433 Mm. hinter der Netzhaut.

Beide Augen unterscheiden sich noch in ihrem Bau in wesentlicher 3551
ise. Das der Frau hatte durchgehends stärkere Krümmungen und eine
ßere und in ihren Schichten ausgebildetere Krystalllinse, als das des
annes. Der Abstand der Hinterfläche der Linse von der Netzhaut fiel
r in diesem bedeutender, als der Unterschied der Dicken der beiden
ystalllinsen aus. Die Ergebnisse der Rechnung scheinen diese verhält-
ißig bedeutendere Länge des Glaskörpers des Mannes zu erklären.

Wollen wir ein abgekürztes Verfahren für das von Krause ge- 3552
ssene Auge der Frau anwenden, so können wir die Hornhaut und die
sserige Feuchtigkeit als einen sammelnden Meniscus von dem Brechungs- Anhang Nr. 135. Gleich. Nr. 1, 2.
hältniß der letzteren ansehen, die Krystalllinse als eine einfache Linse
rachten und deren Ablenkungscoefficienten nach der analytischen Formel
: geschichtete Linsen berechnen oder aus der früheren Bestimmungsweise
übernehmen und den Ablenkungsunterschied des Glaskörpers und der
sserigen Feuchtigkeit vernachlässigen. Wenden wir dieses annähernde
rfahren für den Fall, daß parallele Strahlen eintreten, an, so finden
r 10,778 Mm. als letzte Vereinigungsweite. Die genauere Berechnung Anhang Nr. 144.
ferte 10,858 Mm. (§. 3549.). Diese nahe Uebereinstimmung rührt je-
h nur davon her, daß uns zuverlässige Grundwerthe aus den früheren
chnungen zu Gebote standen.

Größe des Netzhautbildes. — Wir haben §. 3540. gefunden, 3553
ß die Netzhautbilder aller äußeren Gegenstände, die deutlich gesehen
rden können, verkleinert ausfallen müssen. Kennen wir die lineare
sdehnung und die Entfernung des leuchtenden Körpers, und wissen
r alle zur Berechnung der Vereinigungsweite nöthigen Werthe, so sind Anhang Nr. 145. Gleich. Nr. 1, 2, 3, 4.
r auch im Stande, die Größe des entsprechenden Netzhautbildes zu
rechnen.

Wir wollen das von Krause gemessene Auge der 50jährigen Frau 3554
r, wie in allen folgenden Bestimmungen, zum Grunde legen, weil in
n die wechselseitigen Grundzahlen mit einer sonst nicht erreichten Ge-
uigkeit gegeben sind. Die berechnete und die gemessene Vereinigungs-
ite fallen in ihm fast genau zusammen (§. 3549. und 3552.). Krause
nerkt überdies selbst, daß jener Augapfel zu den ausgezeichnetsten, die

ihm je vorgekommen sind, gehörte. Der des Mannes führt zu keinen so sicheren Grundlagen.

3555 Nehmen wir an, ac, Fig. 248., sei die lineare Ausdehnung eines gesehenen Gegenstandes und bd dessen umgekehrtes Netzhautbild, so nennt

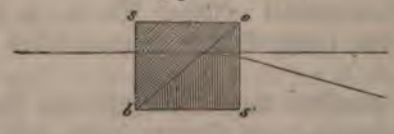
Fig. 248.

man die idealen geraden Linien, ab und cd, welche die entsprechenden Punkte a und b, so wie c und d des Gegenstandes und des Bildes wechselseitig verbinden, die Richtungslinien. Der Winkel axc, der von den Richtungslinien der äußersten Endpunkte a und c des Gegenstandes eingeschlossen wird, heißt der Gesichtswinkel und sein Scheitel x der optische Mittelpunkt des Auges oder der Kreuzungspunkt der Richtungslinien.

3556 Denken wir uns, mno, Fig. 248., sei die Verlängerung der Sehachse und ma der leuchtende, senkrecht auf m stehende Gegenstand, so wird am die Größe und mn die Entfernung derselben von der Hornhaut bezeichnen. Ist mn unendlich oder überhaupt sehr groß, so können wir xm statt mn ohne merklichen Fehler setzen. Da nun axm den Gesichtswinkel für diesen Fall bildet, so wird der Quotient der Größe des Gegenstandes und seines Abstandes vom Auge, nämlich $\frac{am}{mx}$ der Tangente des Gesichtswinkels gleichen.

Das Rochow'sche Mikrometer, das man häufig zu astronomischen, nautischen oder strategischen Zwecken in Fernröhre einschaltet oder zur Bestimmung der Vergrößerung derselben vor ihnen anbringt, kann auch zur Ermittelung des Gesichtswinkels eines hinreichend fernen Gegenstandes gebraucht werden. Zwei rechtwinkelige Bergkrystallprismen sob und $s'ob$, Fig. 249., sind so zusammengekittet, daß sb und $s'o$ parallel liegen und daß die optische Achse von sbo senkrecht auf sb und die von $s'ob$ senkrecht auf der in der Fig. dargestellten Ebene steht. Fällt ein Strahl rechtwinkelig auf sb, so wird der gewöhnliche Strahl gerade durchgehen und der außergewöhnliche um eine bestimmte Winkelgröße, die sich aus der bekannten doppelt brechenden Kraft des Bergkrystalls und dem Winkel bos' des zweiten Prisma's ergiebt, abweichen.

Fig. 249.



Denken wir uns nun, wir bringen ein solches Prisma hinter dem Objectiv

50., eines Fernrohres an, und fangen die Bilder auf einer passenden Wand auf, en wir das eine Bild in fm und das zweite in $f'm'$. Der Winkel, den die

Fig. 250.

chen und die außerordentlichen Strahlen machen, ändert sich nicht. Wir können ch das Doppelprisma so weit von dem Objectiv c entfernen, daß sich die Rän- beiden Bilder, wie es Fig. 251. andeutet, berühren. Das Ocular des Fernroh-

Fig. 251.

ber im Stande, die Bilder, die wir eben auf eine Wand fallen ließen, in gleicher rgrößert zur Anschauung zu bringen. Denn wir haben hier ähnliche Verhältnisse, ei dem Gebrauche eines zusammengesetzten Mikroskopes vorkommen [1]) (§. 3459.). ß man die Brennweite des Objectivs des Fernrohrs, den Winkel, unter welchem hnliche und der außergewöhnliche Strahl für das gegebene Doppelprisma abwei- die Entfernung des letzteren von den Bildern, sobald sich diese auf die Fig. 251. te Weise berühren, so kann man hieraus den Gesichtswinkel des Gegenstandes . Seine Tangente gleicht nämlich der Tangente des beständigen Abweichungs- der beiden Bilder, multiplicirt mit der Entfernung des Bildes von dem Prisma eilt durch die Brennweite des Objectivs des Fernrohrs. Dieses Verfahren ist ch weiß, zu physiologischen Versuchen noch nicht benutzt worden.

a die Tangente eines Winkels von $45^0 = 1$ ist, so haben wir 3557
ein Mittel, uns einen Normalwerth der Größe der Netzhautbilder
visse Entfernungen der Leuchtpunkte zu verschaffen. Wir können
ogleich die wahre Größe des Netzhautbildes finden, so wie uns der
swinkel, unter dem sich ein gegebener passender Gegenstand dar-
bekannt ist. Wir wollen uns dieses in einigen Beispielen klar

er Einheitswerth unendlich ferner Körper, deren Strahlen das Auge
ährigen Frau trafen, gleicht 12,853 Mm. für einen Gesichtswinkel
°. Die Sonne erscheint uns am ersten Julius unter einem Ge- Anhang Nr. 145.
nkel von $0^0\ 31'\ 34''$. Es ergiebt sich hieraus, daß der Durch-
ihres Netzhautbildes 0,118 Mm. in jenem Falle betrug.
er hellste Fixstern im Zeichen der Leier hat nach Herschel $0^0\,0'\,0''.3$. Anhang Nr. 146.
Netzhautbild würde dann 0,0000187 Mm. in dem erwähnten Auge,
s ihn noch hätte sehen können, eingenommen haben.
hen wir zu den endlichen Entfernungen über, so wollen wir zwei 3558
le, auf die wir in der Folge zurückkommen, wählen. Ein gutes

---

er eine zweckmäßige Anwendung dieser Vorrichtung bei Fernröhren s. Arago in ggendorff's Annalen. Bd. LXXI. Leipzig, 1847. 8. S. 405 — 407.

Auge erkennt noch eine Breite von $\frac{1}{20}$ Mm. ohne große Anstrengung unter den keineswegs günstigen Bedingungen der Beleuchtung. Ein Gesichtskreis von mehr als 5° umschreibt aber das Feld, das ich ohne Drehung des Auges auf einmal überblicke.

Hätte das Auge der Frau einen $\frac{1}{20}$ Mm. breiten Streifen, der 42 Centimeter entfernt lag, gesehen haben, ohne seine inneren Theile der Annäherung wegen zu verändern, so hätte das Netzhautbild 0,00313 Mm. betragen müssen. Wäre aber die Entfernung dieselbe geblieben und der Gegenstand 5 Centimeter lang geworden, so hätte der Gesichtswinkel 6° 47′ und das Netzhautbild 1,56 Mm. ausgemacht. Stand es so, daß es von der Sehachse in seiner Mitte senkrecht getroffen wurde, so nahm es daher 0,75 Mm. zu jeder der beiden Seiten derselben ein.

3559 **Lage des optischen Mittelpunktes.** — Die meisten älteren und neueren Physiker verlegten ihn in die Mitte des Sehloches und zwar in die Ebene der Regenbogenhaut[1]. Mile[2]) und Stamm[3]) versetzten ihn in den Mittelpunkt der erbärisch gedachten Krümmung der Vorderfläche der Hornhaut. Brewster[4] war, so viel ich weiß, der Erste, der aus optischen Gründen annehmen zu müssen glaubte, daß der Kreuzungspunkt der Richtungslinien mit dem Drehpunkte des Auges zusammenfalle. Volkmann[5]) lieferte eine Reihe von Versuchen, welche diesen Satz unmittelbar beweisen sollten. Rechon dagegen soll schon vor längerer Zeit zu dem Ergebnisse gelangt sein, daß der Ort des optischen Mittelpunkts in das hintere Ende des ersten Drittheils der Augenachse fällt. Fries[6]) bemühte sich, denselben Ausspruch durch Rechnungen, denen manche willkürliche Annahme zum Grunde liegt, zu erhärten. Moser[7]), der die bald zu erläuternden Hauptpunkte bestimmte, fand, daß diese, wenn das Bild auf die Netzhaut gelangen soll, 6,395 und 6,519 Mm. hinter der Hornhaut lägen. Die älteren Augenmessungen und ein zu kleines Ablenkungsverhältniß der ganzen Linie (§. 3511.) lagen diesen Bestimmungen zum Grunde. Volkmann[8]) nahm endlich nach seinen neueren Versuchen an, daß der optische Mittelpunkt um 8,956 Mm. von der Mitte der Vorderfläche der Hornhaut im Durchschnitt abstehe.

Moser[9]) suchte bei seinen Rechnungen von den mathematischen Formeln, die Bessel für eine Reihe von Linsen aufgestellt hatte, auszugehen. Listing[10]) gebrauchte die

---

[1]) Siehe z. B. Herrschel, a. a. O. S. 161.
[2]) Mile, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. XLII. Leipzig 1837. 8. S. 57 fgg.
[3]) Stamm, ebendaselbst. Bd. LVII. 1842. 8. S. 370.
[4]) D. Brewster, Populäres vollständiges Handbuch der Optik. In das Deutsche übersetzt von J. Hartmann. Bd. II. Quedlinburg und Leipzig, 1835. 8. S. 78. 79.
[5]) A. W. Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1836. 8. S. 26 — 40.
[6]) Fries a. a. O. S. 45.
[7]) Moser, a. a. O. S. 373.
[8]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Braunschweig, 1846. 8. S. 289.
[9]) Moser, a. a. O. Seite 339 fgg.
[10]) Listing. Beitrag zur physiologischen Optik. Göttingen, 1847. 8. S. 7 fgg.

Gauß aufgestellten Begriffe der Hauptpunkte zu seinen allgemeinen Betrachtungen die im Auge stattfindenden Brechungen. Man hat hiernach zwei mit den Entfernungen des Leuchtpunktes wechselnde Knotenpunkte. Trifft ein Strahl den vorderen von in einer bestimmten Richtung, so braucht man nur eine dieser parallele Linie von zweiten Knotenpunkte zu ziehen, um dessen Bahn im Glaskörper zu erhalten.

Volkmann [1]) maß die Breite der Regenbogenhaut des Menschen, dessen Auge unwandt werden sollte. Der Augapfel wurde stark nach außen gewendet und so gestellt, die Sehachse *ca*, Fig. 252., längs der Linie *cb* eines Winkelstabes *bcd* hinging.

Fig. 252.

Winkel *bcd* betrug 82°. Eine Stecknadel befand sich in *b* und eine Lichtflamme eine glühende Platinkugel bei *d*. Das Bild von dieser schimmert in hellen Augen durch die harte Haut durch [2]). Man mißt den Abstand des Punktes *x* von dem de der Hornhaut, addirt die Hälfte der Irisbreite hinzu und erhält auf diese Weise Man zeichnet sich endlich ein Auge nach Krause's Messungen auf Papier, trägt nd *ca* ein, und sucht nun die Lage des Punktes *y* zu bestimmen.

Man sieht leicht, daß diese Versuchsweise keine zuverlässigen Ergebnisse liefern kann. ckſichtigen wir auch nicht, daß die Mitte der Regenbogenhaut nicht genau dem bgangspunkte der Sehachse der etwas seitlichen Lage des Sehloches wegen zu entn pflegt, und daß die nothwendiger Weise sehr schief einfallenden Strahlen abweien Brechungsverhältnissen unterliegen, so hat doch das durchschimmernde Bild nicht rfe genug, damit der Abstand seiner Mitte von dem Hornhautrande bis auf kleiBruchtheile einer Linie bestimmt zu werden vermöchte. Die Unterschiede, welche n einem und demselben Auge angestellten Messungen ergaben, betragen in der That 8; 0‴,36; 0‴,12; 0‴,60 und 0‴,27 in fünf Versuchsreihen. Wir haben daher Durchschnitt 0‴,49 = 1,1 Mm. Ungewißheit, d. h. eine für diese Frage bedeutende ie. Legt man ein fremdes Auge den lebenden zum Grunde, so vergleicht man zwei htswerkzeuge, deren Innengebilde verschiedene relative Größen und ungleiche Kräfte en können. Die Sicherheit der Grundlage der Untersuchung geht auf diese Weise ren.

Die Lage des optischen Mittelpunktes hängt von der Größe des Netz- 3560
bildes und von der des Gesichtswinkels ab. Seine Entfernung von Netzhaut oder dem hinteren Ende der inneren Sehachse gleicht dem ducte der linearen Ausdehnung des Netzhautbildes und der Cotangente Anhang Nr. 149. Gleich. Nr. 1.
Gesichtswinkels. Die Größe des ersteren richtet sich aber nicht bloß h der Länge und der Entfernung des gesehenen Gegenstandes, sondern allen Fällen auch nach den Krümmungsflächen, den Dicken und den

[1]) Volkmann, a. a. O. S. 287.
[2]) Vergl. auch Hueck a. a. O. p. 27.

Brechkräften der Augenlinsen. Es ist daher unmöglich, im Allge
zu sagen, daß der Kreuzungspunkt der Richtungslinien so und s
Millimeter hinter der Hornhaut liegt. Wir müssen vielmehr die
für ein gegebenes Auge lösen. Das der 50jährigen Frau liefert
Werthe, die zur Beantwortung dieser Frage nöthig sind.

3561 Setzen wir die Länge der äußeren Augenachse desselben = 1,
Anhang Nr. 146. der optische Mittelpunkt unendlich ferner centraler Strahlen, die
der Netzhaut vereinigen, 0,371 vor dem vorderen und 0,629 vor d
teren Ende derselben oder $^{37}/_{100}$ von ihr hinter der Mitte der Vor
der Hornhaut und $^{13}/_{100}$ vor der Mitte der äußeren Augenachse.
wir die Ortsbeziehungen in Millimetern aus, so haben wir 8,
meter hinter der Mitte der Hornhaut, 1,1 Mm. vor dem Mitt
der Krümmung derselben, 4,9 Mm. hinter der Vorderfläche de
2,1 Mm. vor der Hinterfläche derselben und 3,0 Mm. vor der M
äußeren Augenachse. Der optische Mittelpunkt fiel hier in den
Linse und zwar beinahe gerade an die Grenze des ersten und des
Drittheiles desselben. Die genaueren Rechnungswerthe sind in
des Anhanges verzeichnet.

3562 Will man die Lage jenes Kreuzungspunktes für eine endliche
nung berechnen, so stößt man auf eine Unbestimmtheit, welche die
verhältnisse herbeiführen. Wir haben früher (§. 3549.) gesehen,
Bild um so weiter nach hinten rückt, je näher der Gegenstand
Diejenigen Forscher, die ein Anpassungsvermögen des Auges an
setzen voraus, daß gewisse innere Veränderungen, die wir späte
lernen werden, das Bild bis auf die Netzhaut vorschieben. Es
daher auch hierdurch seine Größe und mithin die Lage des optisch
telpunktes ändern. Andere Beobachter dagegen glauben, daß
Zerstreuungskreise, die, bei unveränderter Lage des Bildes,
Netzhaut entstehen, die Klarheit des Sehens nicht stören. Die
bleibt daher für den letzteren Fall so einfach, als früher. Wir n
für diese Bedingung durchführen, weil es noch nicht mit Gewiß
gemacht ist, welche inneren Veränderungen die Anpassung einlei
fehlt uns daher jede sichere Grundlage, um einen anderen We
schlagen.

3563 Bedienen wir uns der abgekürzten Berechnung (§. 3552.),
Anhang Nr. 144. die Vereinigungsweite unendlich ferner Strahlen 10,778 Mm.
Auge der 50jährigen Frau. Steht hingegen der Leuchtpunkt 42
ter von der Mitte der Hornhaut ab, so erhalten wir 11,462
Anhang Nr. 145. den gleichen Werth. Die Annäherung rückt daher das Bild um 0,
weiter nach hinten. Man sollte nun glauben, daß sich das Gl
den optischen Mittelpunkt wiederholen wird. Allein die Formeln
daß dieses nicht nothwendig ist. Der Kreuzungspunkt liegt soga
serem Beispiele etwas weiter nach vorn. Befand er sich 8,53
ter der Mitte der Hornhaut für parallele Strahlen, so kommt er 8,
hinter jener für 42 Centimeter Entfernung des Leuchtpunktes

Man sieht, daß beide Fälle den nur unbedeutenden Unter-
09 oder nicht ganz $^1/_{10}$ Mm. liefern. Die ganze Berechnung
chweisen, daß hier die scheinbar kleinsten Unterschiede von
nd.

e des optischen Mittelpunktes kann zur Bestimmung zweier 3564
des Gesichtswinkels und der linearen Ausdehnung des Netz-
nutzt werden. Die Astronomen brauchen ihren Gesichtswinkel
e Entfernungen. Da hier der Abstand des optischen Mittel-
er Hornhaut verschwindend klein ist, so ist es gleichgültig, wo-
optischen Mittelpunkt verlegt. Handelt es sich um die Größe
ilder und zwar vorzüglich naher und größerer Gegenstände,
eher ein Einfluß in der Rechnung hervortreten.

I der Vereinigungsweite mit Verschiedenheit der 3565
g. — Der Unterschied der Brennweite steigt nicht in glei-
niß mit dem Abstande des Leuchtpunktes. Er vergrößert sich
je näher der Gegenstand der Gruppe der Brechungslinsen
ollen uns dieses durch die Zahlen, die wir für das Auge
n Frau gefunden haben, anschaulich machen.

wir uns an die Ergebnisse der abgekürzten Berechnung
o vereinigen sich Strahlen, die aus unendlicher Ferne kom- Tabelle Nr. 146.
allel auf die Hornhaut fallen, 10,778 Mm. hinter der Hin-
inse. Der von **Krause** gemessene Abstand glich 10,828 Mm.
nkt läge hiernach 0,05 Mm. vor der Netzhaut. Sollen sich
genau an der Oberfläche derselben sammeln, so muß der
0,379 Meter von dem Auge abstehen. Liegt er 2,023 Meter
erhalten wir 10,914 Mm. als Vereinigungsweite. Ein Ab-
Centimetern giebt schon 11,462 Mm. und ein solcher von
ter 13,034 Mm. Stellen wir uns daher die gegenseitigen
iberſichtlich zusammen, so finden wir:

es in	Abstand der Vereinigungsweite von der Hinterfläche der Linse in der Augenachse gemessen.	Abweichung der Vereinigungsweite von der Oberfläche der Netzhaut.	Gegenseitiger Unterschied der Brennweiten für endliche Entfernungen.	
			Verschiedenheit der Entfernng. in Centim	Verschiedenheit der Brennweiten in Mill.
	10,778	— 0,050	—	—
	10 828	0,00	—	—
	10,914	+ 0 086	835,6	0,086
	10,980	+ 0,152	77,3	0,066
	11,462	+ 0,634	83,0	0,482
	13,034	+ 2,206	31,2	1,572

— .

1 Werthe sind wiederum Nr. 146. des Anhanges angegeben.

Wir sehen hieraus, daß der Unterschied immer merklicher u näher der Leuchtpunkt liegt. Größere Entfernungen dagegen weic ter einander verhältnißmäßig so wenig ab, daß die Schärfe der nur in untergeordneterem Maaße unter dem Wechsel der Abständ kann. Die 31,2 Centimeter, die zwischen 42 und 10,8 Centimeter geben eine 18- bis 19mal so große Abweichung, als die 835 Cen die sich zwischen 10,379 und 2,023 Meter befinden.

3566 Sehweite. — Ein vollkommen gesundes Auge erkennt die eder andere unendlich ferne Gegenstände eben so gut mit ann Deutlichkeit, als mäßig große Druckschrift, die 4 Zoll oder 10, meter vor der Hornhaut gehalten wird. Es faßt aber Gegenstä in gewissen Entfernungen liegen, mit verhältnißmäßig größter auf. Man nennt die weiteste Grenze, die es deutlich wahrnim Fernpunkt und die kleinste den Nahepunkt, die Ausdehnung die zwischen beiden enthalten ist, die Sehweite.

3567 Zweierlei Verhältnisse machen es unmöglich, den Umfang d weite mit solcher Genauigkeit, als es für die mathematische Unt mancher Fragen nöthig wäre, zu ermitteln. Betrachten wir fern stände, so hängt der Abstand, bei dem sie undeutlich werden o lich verschwinden, von der Größe, der Farbe und dem Glanze ab. Man kann daher schon dieses Grundes wegen die versc Ergebnisse an einem und demselben Auge erhalten. Wir wissen a dies nicht, ob wir nicht die Fähigkeit besitzen, kleine Zerstreu mit gehöriger Bestimmtheit aufzufassen Wäre dieses der Fall, es natürlich unmöglich sein, die optischen Berechnungen der Ver weite des Auges und deren fernere Folgen auf die Betrachtun scheinungen der Sehweite mit Sicherheit überzutragen.

3568 Man pflegt diejenige Entfernung, in der mittelgroße G am deutlichsten wahrgenommen werden, mit dem Namen der m Sehweite zu bezeichnen. Dieser Ausdruck schließt eine no Unbestimmtheit in sich, weil die Grundlage, auf die man sich fi oder minder willkürlich ist. Die verschiedenen Zahlen, welche nen Forscher in dieser Hinsicht angeben, bestätigen jenen Ausspr meisten Optiker nehmen 16 bis 32 Centimeter, Huyghens d und Beer sogar 54 Centimeter für die mittlere Sehweite gesu schen an[1]).

3569 Mehrere ältere Forscher haben schon darauf aufmerksam ge die Sehweite mit der Verschiedenheit der Farben wechseln kann. bemerkte überdies, daß sie auffallend abweicht, je nachdem der Gegenstand eine wagerechte oder eine senkrechte Lage hat. E seinem Auge fast ½ mal so groß in dem ersteren Falle aus (§.

3570 Dreierlei Verhältnisse bestimmen überhaupt diejenigen Ersc

[1]) Hueck. a. a. O. S. 18.
[2]) Th. Young, in den Philosophical Transactions for the Year 1801. P don, 1801. 4. pag. 52.

n die Sehweite abhängt. Die Brechungskörper des Auges haben
ene, von den Entfernungen abhängige Vereinigungsweite. Könnte
tzhaut nur dann vollkommen deutlich sehen, wenn das Bild Punkt
den Gegenstand genau wiedergiebt oder wenn alle Zerstreuungs-
ngeln, so würde ein unveränderlicher Zustand des Auges eine
Entfernung des Leuchtpunktes als wechselseitige Brennweite for-
ie Bestimmung der Sehweite wäre dann gerechtfertigt. Wir
ber in der Folge finden, daß jene Voraussetzung der Natur der
sse widerstreitet.

zweites Bedingungsglied bildet das Verhältniß der Größe des 3571
ides zu der Entfernung desselben oder, was das Gleiche ist, der
inkel, unter dem wir ihn erblicken (§. 3555.). Wir werden fin-
dieser weder zu groß, noch zu klein sein darf, daß sich der Um-
Netzhautbildes innerhalb gewisser Grenzen halten muß, wenn
Schärfe der Wahrnehmung oder die Auffassung überhaupt un-
erden soll.

Thätigkeitsgrad der Netzhaut kommt endlich als dritte Bestim- 3572
ße hinzu. Arbeitet die Nervenhaut mit geringerer Kraft, so hat
e Grad von Deutlichkeit ein heller erleuchtetes Netzhautbild nö-
ergiebt sich aber von selbst, daß andere Nebenverhältnisse, wie
zu kleiner Umfang des Sehloches, schwache Trübungen der Bre-
tel, eine weniger ausgesprochene Schichtung dieselben Folgen
ziehen werden. Man sieht hieraus, daß die bloße Bestimmung
eite, wenn sie auch mit befriedigender Genauigkeit durchgeführt
nnte, weniger, als es auf den ersten Blick scheint, zu lehren
e wäre.

assung des Auges. — Es kommt ausnahmsweise vor, daß 3573
h nur in einer bestimmten Entfernung vollkommen deutlich sieht.
dagegen zur Regel, daß sich die Sehweite nicht auf einen ein-
stand beschränkt, sondern einen größeren oder kleineren Um-
t. Liegen aber der Fernpunkt und der Nahepunkt um eine be-
größe aus einander, so muß das Auge oder das Gehirn die
besitzen, die optischen Störungen, die der Wechsel der Entfer-
beiführt, auf irgend eine Weise unschädlich zu machen. Setzt
us, daß sich die einzelnen Theile der Gesichtswerkzeuge zu die-
te verändern, so schreibt man hiermit ein Anpassungsver-
oder eine Accommodationskraft den Sehorganen zu.

st bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse unmöglich, 3574
ier beschäftigende Aufgabe mit Sicherheit zu lösen. Man kennt
die mathematische Natur der krummen Oberflächen der Augen-
es läßt sich nicht bestimmen, ob sich nicht einzelne von ihnen
s ausgleichen, so daß manche Unvollkommenheit, die sonst vorhan-
beseitigt wird. Nimmt man aber auch nur die Sphäricität der
t wegen für den ruhenden Zustand an, so ist es völlig unbe-
elche Krümmungen bei den Formveränderungen der Hornhaut
Linse zu Stande kommen würden. Man sieht, daß die optische

Grundlage, von der man bei der Beantwortung der Frage ausgehe
die wesentlichsten Zweifel offen läßt.

3575 Der physiologische Theil der Untersuchung bietet keine größere
heit dar. Wir werden später finden, daß wir viele Bilder, die
felhafte Zerstreuungskreise enthalten, wenigstens nicht mit allz
Undeutlichkeit erblicken. Kennen wir nun nicht die Grenze, bei de
Vermögen, unsere Eindrücke zu ergänzen, unzureichend wird, s
auf diese Weise nicht zu bestimmen im Stande, wo das Anpassu
mögen beginnen muß, so fehlt uns der wesentlichste Ausgang
den wir selbst zu der annähernden Lösung der Aufgabe nöthig hal

3576 Die Ansichten, denen wir hier begegnen, fußen auf zweierlei
maßen entgegengesetzten Ansichten. Die Einen stützen sich auf die
Verhältnisse allein. Die Brennweiten müssen mit der Verschieden
Entfernungen der Leuchtpunkte wechseln. Dieser Uebelstand k
durch physikalische Mittel oder durch ein besonderes Anpassungsv
beseitigt werden. Die Anderen dagegen stellen dieses in Abre
Wechsel der Vereinigungsweite bildet zwar nach ihnen eine optis
wendigkeit. Er wird aber durch physiologische und nicht durch m
Mittel ausgeglichen.

3577 Giebt man ein Anpassungsvermögen zu, so fragt es sich zu
sein Umfang in verschiedenen Augen in wesentlicher Art abw
nicht. Berücksichtigen wir nämlich die §. 3565. erläuterten Ersch
so kann hier die bloße Bestimmung der Entfernungen in hohe
tauschen. Nehmen wir an, das Auge der 50jährigen Frau h
Fernpunkt bei 1037,9 und seinen Nahepunkt bei 202,3 Centimet
so gilt seine Sehweite 835,6 Centimeter und der Unterschied d
seitigen Vereinigungsweiten etwas weniger, als $^1/_{10}$ Millime
ähnliches Auge dagegen, dessen Fernpunkt bei 202,3 Centim
konnte nur eine Sehweite von weit geringerem Umfange besitz
die Verbesserung, die sein Anpassungsvermögen herbeizuführen
ebenfalls nur $^1/_{10}$ Mm. ausmacht. Es ergiebt sich zugleich, daß
vorzugsweise um die Erklärung der Deutlichkeit des Sehens be
ringen Abständen handelt.

3578 Man hat die Gründe des Anpassungsvermögens in der Be
der Augenachse, dem Krümmungswechsel der Oberfläche der Horn
der Krystalllinse, der Verschiedenheit der Weite des Sehloches
Ortsbewegungen der Linse gesucht. Es läßt sich beweisen, daß
Theil dieser Voraussetzungen auf unbegründeten oder selbst auf
Annahmen beruht.

3579 Kepler[1], der zuerst die Anpassung auf optischem Wege z
sich bemühte, und mehrere der hierbei möglichen Nebenverhäl
sprach, hielt es unter Anderem für denkbar, daß sich die Läng
genachse mit der Mannichfaltigkeit der Abstände der Leuchtpunkte
Viele spätere Forscher waren der Ansicht, daß die Augenmus

[1] J. Kepler, Dioptrice [illegible] Sidereus Nuncius. London. 1653. 8. p

herbeiführen können. Sie ſollten den mit flüſſigen und halb-
:n gefüllten Augapfel ſeitlich zuſammendrücken und ſo auf den
h hinten gehenden Durchmeſſer deſſelben wirken. Molinetti[1])
daß die Thätigkeit der geraden Augenmuskeln die Sehachſe
ie werde daher bei dem Fernſehen in Anſpruch genommen.
erhave, Camper, Olbers[2]), Home und viele andere
men die geraden Augenmuskeln bei dem Naheſehen, für das
:nachſe verlängern müßte, in Anſpruch. Noch Andere, wie
, Rouhault, Hamberger, Luchtmanus[3]), haben die
: den ſchiefen Augenmuskeln zugeſchrieben. Monro und
aubten endlich, daß das Zuſammenkneifen der Augenlider oder
t des Kreismuskels derſelben das Naheſehen möglich macht.
te die Länge der Sehachſe, ſo müßte ſich auch die Krümmung 3580
t verändern. Wir wollen daher ſogleich die Geſtaltverhält-
ſer in Betracht ziehen. Nimmt ihr Krümmungshalbmeſſer
:rt ſich daher ihre Biegung, ſo wird die Vereinigungsweite
luges der Linſe näher rücken. Dieſer Umſtand könnte daher
Fernſehen urſprünglich eingerichtete Geſichtsorgan für die
aher Gegenſtände geſchickt machen. Die meiſten Forſcher, die
ngsvermögen von der Hornhaut herleiten, gehen von dieſer
g aus. Nur wenige nehmen an, daß ſich jener erſte Bre-
des Auges abflacht, um dieſes für das Fernſehen einzurich-
: Anſicht, die ſich mit den übrigen optiſchen Verhältniſſen
gen läßt.

eobachter leiten die Krümmungszunahme von dem Drucke der
n her. Bruecke[5]) ſchreibt die gleiche Wirkung dem Cramp-
ıskel des Vogelauges zu. Olbers[6]), Fries[7]) und Val-
ı es nach ihren Rechnungen am wahrſcheinlichſten, daß die
e Anpaſſung vermittle.

ıt häufig zu berechnen geſucht, um wie viel der Krümmungs- 3581
:r Hornhaut abnehmen müßte, wenn hierdurch der Unterſchied
ungsweiten ferner und naher Strahlen gedeckt werden ſollte.
z. B. an, die Vereinigungsweite paralleler fiele gerade auf
der 50jährigen Frau, ſo würde ſich das Gleiche für 10,8
Entfernung wiederholen, wenn der Krümmungshalbmeſſer der Anhang Nr. 149.
ıgefähr um 1/5 ſeiner früheren Größe kürzer wird. Da aber
erung ohne einen Wechſel der Augenachſe nicht gedacht wer-

---

a a. O. pag. 511.
a. a. O. pag. 25 fgg.
htmanus, Diss. de mutatione axis oculi secundum diversam distan-
:ti ejusque causa. Trajecti ad Rhenum 1832. 8. p. 18. u. p. 40 fgg.
a. a O. S. 37.
:. in Müller's Archiv. 1846 S. 370 — 375
a. a. O. p 32.
a. O. S. 33.
in den Comptes rendus de l'Academie de Paris. Octobre 1847. p. 501.

den kann, so wollen wir die Werthe für den Fall, daß sich beide Einflüsse geltend machen, berechnen.

3582 Die Vereinigungsweiten paralleler und 10,8 Centimeter entfernter Strahlen liegen um 2,26 Mm. aus einander. Gesetzt die Sehachse verlängerte sich um diesen Werth auf irgend eine Weise bei dem Nahesehen, so würde sich natürlich der Abstand des Leuchtpunktes um dieselbe Größe verkleinern. Setzen wir dieses voraus, so müßte der Krümmungshalbmesser der Hornhaut um 17 bis 18 Hunderttheile oder $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ des Grundwerthes abnehmen.

Anhang Nr. 149.

3583 Wir haben bis jetzt immer vorausgesetzt, daß das Bild nur die Oberfläche der Netzhaut berührt. Es liegt aber kein Grund vor, daß dieses nothwendiger Weise stattfindet. Da die frische Netzhaut einen hohen Grad von Durchsichtigkeit besitzt, so kann man sich auch vorstellen, daß Bilder, die in ihr Inneres fallen oder überhaupt ihre Masse an irgend einem Orte treffen, klar aufgefaßt werden.

Die Dicke der Netzhaut der 50jährigen Frau glich 0‴,06 oder 0,135 Mm. an dem hinteren Ende der Augenachse. Lassen wir die Jacob'sche Haut bei Seite, so können wir als ungefähren Ueberschlag annehmen, daß hierdurch nahebei der Unterschied der Vereinigungsweiten paralleler Strahlen und solcher, die aus einer Entfernung von 125 Centimeter kommen, gedeckt wird (§. 3565.). Sollte aber der Wechsel der Hornhautkrümmung die Abweichung, welche die Abstände von 125 und von 10,8 Centimeter bedingen, ausgleichen, so müßte sich der Halbmesser immer noch um $\frac{1}{5}$ seines ursprünglichen Werthes verkleinern.

3584 Ginge das Anpassungsvermögen von einer Verlängerung der Augenachse und einem Krümmungswechsel der kugelig gedachten Hornhaut aus, so müßte wahrscheinlich die Abweichung so bedeutend ausfallen, daß sie der unmittelbaren Beobachtung nicht entgehen könnte. Young[1]) hat schon gegen frühere Versuche von Home, Ramsden und Engelfield gezeigt, daß die Erfahrung jene Voraussetzung nicht bestätigt. Betrachtete ich die Hornhaut eines Menschen, der abwechselnd in die Nähe und in die Ferne sah, mit dem Mikroskope, so konnte ich keinen Formenwechsel derselben wahrnehmen. Home und Ramsden versuchten schon, das Verfahren der Bestimmung der Spiegelbilder für die Entscheidung dieser Aufgabe zu benutzen (§. 3491). Senff[2]), der diese Beobachtungen wiederholte, fand so gut als gar keine Veränderung. Der Krümmungshalbmesser vergrößerte sich sogar im Durchschnitt um einen kleinen Werth, der jedoch noch in den Grenzen der Beobachtungsfehler lag, bei dem Nahesehen. Diese Erfahrungen bestätigen von Neuem, daß die Hornhaut beim Menschen die Unterschiede der Vereinigungsweiten nicht decken kann.

3585 Anatomische Gründe bekräftigen das Gleiche. Ein gewaltsamer Druck kann zwar das todte und schlaffe Auge künstlich verlängern. Es läßt sich aber mit Gewißheit voraussetzen, daß sich die Verhältnisse im Leben, wo

---

[1]) Young, a. a. O. p. 53 fgg.
[2]) Wolfmann, in Wagner's Handwörterbuch a. a. O. S. 302. 303.

prall gefüllt iſt, anders geſtalten. Haben auch die Unterſuchungen
rueckе[1]) zu dem Ergebniſſe geführt, daß die Hauptmaſſe des ſo-
ten Ciliarbandes einen Muskel bildet, ſo iſt es kaum denkbar, daß
die Hornhautkrümmung unmittelbar vergrößert. Es läßt ſich da-
nicht mit Beſtimmtheit angeben, welchen Einfluß die Anſpannung
derhaut, die er nach jenem Forſcher herbeiführt, auszuüben im
t iſt.

Man findet häufig, daß ſich die Pupille bei dem Naheſehen verklei- 3586
nd bei dem Blicke in die Ferne vergrößert. Manche Schriftſteller
en daher, daß das Anpaſſungsvermögen von dieſen Veränderungen
gt. Mile ſucht die Urſache des Wechſels der Vereinigungsweite
: Beugung des Lichtes, die an dem Pupillarrande eintrete. Ich
kennen, daß mir der optiſche Grund dieſer Anſicht nicht klar ge-
n iſt. Treviranus[2]) ſchloß aus den mathematiſchen Unterſuchun-
ie er über die Wirkungen geſchichteter Kugellinſen anſtellte, daß der
nwechſel des Sehloches hinreicht, die Abweichungen der Vereinigungs-
zu decken. Kohlrauſch[3]) hat aber ſchon ausführlich gezeigt, daß
lnſicht weder theoretiſch richtig iſt, noch durch die Beobachtung er-
werden kann.

: Vorausſetzung, daß die Größe des Sehloches und die Entfernung des Leucht-
in einer gewiſſen Wechſelbeziehung ſtehen, hat Lambert[4]), Olbers[5]) und
[6]) bewogen, den Durchmeſſer der Pupille für eine Reihe verſchiedener Abſtände
jenen Gegenſtandes zu beſtimmen. Verſuche der Art ruhen immer auf einer
nden Grundlage, weil ſich die Nebenverhältniſſe der Lichtſtärke, von denen
abhängt, mit hinreichender Sicherheit nicht verfolgen laſſen. Ein anderer Be-
gsgrund liegt vielleicht in der nöthigen Convergenz der beiden Augenachſen.

etrachtet man die Regenbogenhaut des einen Auges eines Menſchen, 3587
s andere geſchloſſen hat, mit einem Fernrohre oder einem Mi-
e, ſo kann man ſich nicht ſelten überzeugen, daß ein abwechſelndes
und Fernſehen möglich iſt, ohne daß ſich der Durchmeſſer des Seh-
im Geringſten ändert. Der Verſuch gelingt am beſten, wenn der
gerade vor ſich hinſtarrt. Die Annahme, daß der Wechſel der
ngröße das Anpaſſungsvermögen bedingt und mit dem Nahe- und
ernſehen nothwendig verbunden iſt, fällt hiermit von ſelbſt hinweg.
nmt aber ſogar ausnahmsweiſe vor, daß ſich das Sehloch auf eine
rderungen jener Theorie entgegengeſetzte Weiſe verändert. Ware
eine Frau, deren Sehloch, wenn ſie las oder nähte, in höchſtem
: erweitert war. Die Regenbogenhaut bildete dann einen nur ſehr
n Saum. Wurde dagegen ein Gegenſtand, der 24 Centimeter ab-

---

ueckе, a. a. O. S. 375 — 378. u. Deſſen anatomiſche Beſchreibung des
nſchlichen Augapfels. Berlin, 1847. 4. S. 17.
R. Treviranus, Beiträge zur Aufklärung der Erſcheinungen und Geſetze des
ganiſchen Lebens. Bd. I. Heft I. Bremen, 1836. 8. S. 1 — 10.
. Kohlrauſch, Ueber Treviranus' Anſichten vom deutlichen Sehen in die Nähe
d Ferne Rinteln 1836. 4 S. 5 — 23.
mbert, in G. R. Treviranus' Beiträge zur Phyſiologie der Sinneswerk-
ge des Menſchen und der Thiere. Heft I. Bremen, 1828. Fol. S. 33.
lbers a. a. O. pag. 12.
ueck a. a. O. S. 47.

stand, betrachtet, so verkleinerte sich die Pupille zu dem Umfange Stecknadelknopfes. Faßte endlich die Frau Punkte, die nicht in Entfernung lagen, auf, so soll jene eigenthümliche Thätigkeitsweis Regenbogenhaut gemangelt haben.

3588 Man hat häufig das Anpassungsvermögen der Krystalllinse zug ben. Manche ältere Forscher [1]), so wie Young [2]), leiteten es von Formveränderung dieses Brechungsmittels her. Andere suchten es nem Ortswechsel desselben [3]). Man bemühte sich sogar, diese B setzung durch Krankheitsbeobachtungen zu unterstützen. Menschen, Linse ihrer Trübungen wegen ausgezogen oder von ihrem Orte worden, sollten ihr Anpassungsvermögen verloren haben [4]). Dies ist jedoch nichts weniger, als sicher bewiesen worden. Es gab so zelne Staaroperirte, die in verschiedenen, wenn auch beschränkt fernungen deutlich sehen konnten.

3589 Berücksichtigt man den concentrisch geschichteten Bau der L Anhang Nr. 138. ergiebt sich schon aus den allgemeinen Gleichungen, daß hier der der Dicke und der Krümmungshalbmesser einen größeren Einfluß einer einfachen, gleichartigen Linse ausüben kann. Der Hauptgr ser Erscheinung liegt in der verhältnißmäßig bedeutenden Aende Krümmungshalbmessers des Kernes, der hier von großem Ein Wir wollen uns dieses wieder an dem Auge der 50jährigen F machen. Wir dürfen aber hierbei nicht vergessen, daß uns diese nung nur ein anschauliches Beispiel der Sache zu liefern verm Grundlage derselben, daß die Linse sphärische Oberflächen trotz d sels ihrer Dicke und ihrer Krümmungshalbmesser beibehält, ist beweisen möglich.

3590 Die Achse der Krystalllinse der 50jährigen Frau betrug urs 3‴,1 oder 6,993 Millimeter, der Halbmesser der Vorderfläche = 5,263 Mm. und der der Hinterseite 1‴,973 = 4,451 Mm. wir uns, die Dicke der Linse vergrößere sich um $\frac{1}{12}$‴ = 0‴0833 Mm., ohne daß sich das Volumen des Ganzen ändert, so ergiebt Anhang Nr. 140. der Annahme der Kugelgestalt fußende Rechnung, daß der Halbm Vorderfläche um $\frac{1}{26}$ bis $\frac{1}{27}$ und der der Hinterfläche um $\frac{1}{37}$ se heren Größe abnimmt. Die Halbmesser des Kernes dagegen ve sich unverhältnißmäßig mehr, der der vorderen Seite um $\frac{1}{3}$ und hinteren um $\frac{1}{27}$.

3591 Halten wir uns an die ursprünglichen Durchmesser des A fällt die Vereinigungsweite paralleler Strahlen 10,778 Mm. h Anhang Nr. 142 und 150. Linse. Dieser Werth beträgt 10,980 Mm. für einen Abstand

---

[1]) Haller, a. a. O. pag. 510 Hueck, a. a. O. S. 56.
[2]) Young, in den Philosophical Transactions for the Year 1801. Part. I 1801. 4. p. 53 fgg.
[3]) Haller, a. a. O. p. 510. Olbers a. a. O. p. 23. Hueck a. a. O Seite 60. Moser a. a. O. S. 364. Wolfmann, in R. Wagner's terbuch. Bd. III. S. 303.
[4]) Young, a. a. O. p. 64. Volkmann, Neue Beiträge. S. 170.

3,034 für einen solchen von 10,8 Centimeter. Der verhältnißmäßig
ge Unterschied unendlich ferner und nur 125 Centimeter abstehender
len kann möglicher Weise durch die Dicke der Netzhaut ungefähr ge-
werden (§. 3583.). Die beträchtliche Abweichung dagegen, die wir
en 125 und 10,8 Centimeter Entfernung finden, nämlich der Unter-
von 10,980 und 13,034 Mm. läßt sich nicht so leicht beseitigen.

Die Rechnung erhärtet aber, daß die geschichtete Krystalllinse nur um Anhang Nr. 150.
linie oder um noch weniger, als $\frac{1}{5}$ Mm. an Dicke in ihrer Achse
ehmen braucht, damit Gegenständen, die 10,8 Centimeter von der
haut abstehen, dieselbe Vereinigungsweite, wie 125 Centimeter ent-
r Leuchtpunkte in dem gesunden Auge darbieten. Jene geringe Ver-
ung der geschichteten Linse reicht daher schon hin, der nöthigen An-
ng zu genügen.

Es ist vorläufig unmöglich, die anatomischen Elemente, welche die 3592
mungshalbmesser und die Dicke der Linse, wenn auch nur in unbe-
dem Grade, ändern könnten, nachzuweisen. Glaubten sich ältere
er berechtigt, ein gewisses Verkürzungsvermögen den Linsenfasern
zuzuschreiben, so konnten die neueren mikroskopischen Untersuchungen
Ansicht nicht erhärten. Wollte man die gleiche Eigenschaft den ein-
Gebilden des Ciliarsystems beilegen, so befände man sich auf dem-
unsicheren Boden. Es fragt sich auch, ob jene Veränderung der
mit einer gleichartigen Verschiebung aller Schichten derselben, welche
coretische Berechnung annimmt, verbunden sein kann oder nicht.

Der Gedanke, daß das Anpassungsvermögen von bloßen Ortsverän- 3593
gen der Linse herrührt, ist schon von Kepler angeregt und in der
von Porterfield ausführlicher vertheidigt worden. Viele neuere
rsteller haben diese Ansicht ebenfalls angenommen. Wenn aber Manche
en, daß die Linse bei dem Nahesehen nicht nach vorn, sondern nach
rücken müsse, so können die mathematischen Bestimmungen das Ge-
il beweisen.

Es läßt sich ohne Weiteres einsehen, daß eine bloße Ortsveränderung 3594
inse, die mit keinem Wechsel des Krümmungshalbmessers irgend eines
ungskörpers verbunden ist, das Anpassungsvermögen nicht erklären kann.
Unterschied der Vereinigungsweiten paralleler und 10,8 Centimeter
nter Strahlen beträgt 2,26 Mm. und der 125 Centimeter und 10,8
meter abstehender 2,05 Mm. in dem Auge der 50jährigen Frau. Es Anhang Nr. 148.
t aber aus den optischen Grundformeln, daß die Linse um mehr, als
Werthe anzeigen, vorrücken müßte, wenn dieser Stellungswechsel
das Anpassungsvermögen decken sollte. Die Rechnung liefert in der
2,58 Mm. für parallele und 2,36 Mm. für 125 Centimeter ent- Anhang Nr. 151.
Strahlen im Vergleich mit denen, die von einem Abstande von
Centimeter herkommen. Da die Dicke der wässerigen Feuchtigkeit
Mm. betrug, so ergiebt sich das Unhaltbare der ganzen Voraus-
g von selbst.

3595 Hueck[1]) glaubt an Menschen und Thieren beobachtet zu haben, sich die Regenbogenhaut bei dem Nahesehen wölbt. Er leitet diese scheinung, die noch der sorgfältigeren Bestätigung bedarf, von einem rücken der Linse her. Die Verkürzung der Häute des Ciliarkörpers hierbei mehr Flüssigkeit in den Petit'schen Canal treiben und die Kry linse selbst auf diese Weise vorstoßen[2]). Hueck[3]) giebt noch an, da jene Ortsverrückung an 19 Personen genauer untersucht und zu 0,1 1,69 Mm. gefunden habe. Man kann nach dem früher Dargestellten Recht vermuthen, daß diese Werthe zu klein sind, als daß sie den derungen der Rechnung genügen könnten.

3596 Anders verhält sich dagegen die Sache, wenn sich das Vorrück Linse mit der Veränderung des Krümmungshalbmessers eines oder rerer Brechungskörper verbinden könnte. Man hätte dann zweierlei änderungen, die sich wechselseitig unterstützen.

3597 Das Vorrücken der Linse verkürzt jedenfalls die Vereinigung naher Gegenstände. Es braucht daher die Dicke der Linse weniger und jeder ihrer Krümmungshalbmesser in geringerem Grade abzune damit der Zweck erreicht werden könne. Wäre die Linse allein thätig schöbe sie zugleich die Ursache, die sie zusammendrückt, nach vorn hi so brauchte sich ihre Achse um weniger als $\frac{1}{5}$ Millimeter zu verg Bedenken wir nun noch, daß auch der Glaskörper zu den geschi Medien gehört[4]) und daß seine Theilnahme die nöthigen Verände noch mehr verkleinern kann, so sieht man, daß es nur sehr geringe kungen zur Deckung des Anpassungsvermögens bedarf, so wie m Möglichkeit eines Wechsels der Krümmungshalbmesser der Brechung voraussetzt. Genauere Untersuchungen werden noch feststellen müss der Spanner der Aderhaut (§. 3585.) Veränderungen der Art ein im Stande ist.

3598 Grimm[5]) nahm an, daß sich die Brechungscoefficienten der mittel bei dem Nahesehen vergrößern. Diese Meinung konnte sich Beifalls erfreuen, weil man nicht im Stande war, irgend eine Ursache, aus der jene Veränderung hervorgehen sollte, anzugeb wäre auch heute noch unmöglich, einen Grund, der die Annahme Hilfe wesentlicher Nebenverhältnisse erklärte, aufzufinden. Denkt m dagegen, daß sich die Krümmungshalbmesser der geschichteten Br körper des Auges auf irgend eine Weise bei dem Nahesehen ver so nimmt allerdings das gemeinschaftliche Brechungsverhältniß gle zu (§. 3517.). Es bedarf daher in dieser Hinsicht eines geringeren mungswechsels, als wenn das Auge aus gleichartigen, nicht gesch Ablenkungskörpern gebaut wäre.

---

[1]) Hueck, a. a. O. S. 60.
[2]) Hueck, a. a. O. S. 106.
[3]) Hueck, a. a. O. S. 60.
[4]) Bruecke, in Müller's Archiv. 1843. S. 345. und Anatomische Besc des menschlichen Augapfels. S. 31 u. 65. Hannover in Müller's 1845. Seite 130.
[5]) Olbers, a. a. O. pag. 29.

etrachten wir diejenigen Vorſtellungen, welche die Nothwendigkeit 3599
Anpaſſungsvermögens nicht vorausſetzen, ſo hat man zunächſt die
der Netzhaut zu Hilfe gezogen. Deckte ſie die Unterſchiede der Ver-
igsweiten des Fernpunktes und des Nahepunktes, ſo würde dieſe Anhang Nr. 149.
ng eine Art von Stütze erhalten. Wir ſahen aber ſchon früher
83.), daß dieſes nicht der Fall iſt. Dieſe Vorſtellung reicht daher
nicht hin, die Aufgabe zu löſen.

ie Kugelgeſtalt der Netzhaut und die Verhältniſſe der Centralfalte 3600
n eben ſo wenig allen nöthigen Forderungen. Da die Netzhaut
orn ausgehöhlt iſt, ſo muß ein Bild, das ſeitlich von dem hinteren
der Sehachſe auf die Oberfläche jener Nervenhaut auffällt, weiter
orn zu ſtehen kommen. Dieſe Einrichtung verbeſſert natürlich die
ngen, welche die perſpectiviſchen Verhältniſſe der erblickten Körper
e ſphäriſche Abweichung der Linſen verurſachen. Frauenhofer[1])
igte z. B. aus dieſem Grunde dunkle Kammern, deren auffangender
grund nicht eben, ſondern ſchwach gekrümmt war. Man könnte ſich
uch vorſtellen, daß ſich ferne Gegenſtände nicht genau in der Rich-
er Sehachſe, nahe dagegen in ihrer Bahn abſpiegeln. Die Mitte
lben Fleckes iſt nach hinten zu vertieft und die Centralfalte nach
haben. Man wäre daher noch im Stande, dieſe für den Menſchen
n Verhältniſſe zu Hilfe ziehen, um die Annahme zu erleichtern. Die
nungen, die man auf dieſe Grundlagen ſtützte, würden zu dem
iſſe führen, daß die Thiere, die keinen gelben Fleck, keine Vertie-
eſſelben und keine Centralfalte beſitzen, eine beſchränktere Anpaſſung
: Menſch darbieten.

oll dieſe Anſicht eine ſichere Grundlage haben, ſo muß man vor- 3601
n, daß das Auge eine gewiſſe Winkelbewegung macht, um abwech-
erne und nahe Gegenſtände deutlich aufzufaſſen. Die Erfahrung
jedoch zu lehren, daß die Anpaſſung dieſe Veränderung nicht noth-
r Weiſe fordert.

bda und Haldat[2]) glaubten gefunden zu haben, daß die ge- 3602
e Kryſtalllinſe die gleiche Vereinigungsweite trotz der Verſchieden-
: Abſtände der Leuchtpunkte darbietet. Die analytiſchen Gleichungen
früher angeführten Berechnungen lehren, daß dieſes nicht der Fall
wird daher die Nothwendigkeit der Anpaſſung aus dieſem Grunde
ſeitigt.

Will man keine inneren Veränderungen des Auges zugeben, ſo kann 3603
rausſetzen, daß eine phyſiologiſche Vollkommenheit einen optiſchen
l unſchädlich macht. Denken wir uns die Krümmungsflächen als
, ſo gleicht der Unterſchied der Vereinigungsweiten paralleler und
entimeter entfernter Strahlen 2,26 Mm. in dem Auge der 50jäh-
frau (§. 3566.). Iſt dieſes urſprünglich für den Fernpunkt ein-

---

Merz, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Band LXIV.
pzig, 1845. 8. S. 325.
ldat, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XII. p. 94.

3595 Hueck[1]) glaubt an Menschen und Thieren beobachtet zu haben, sich die Regenbogenhaut bei dem Naheſehen wölbt. Er leitet die ſcheinung, die noch der ſorgfältigeren Beſtätigung bedarf, von einem rücken der Linſe her. Die Verkürzung der Häute des Ciliarkörpers hierbei mehr Flüſſigkeit in den Petit'ſchen Canal treiben und die linſe ſelbſt auf dieſe Weiſe vorſtoßen[2]). Hueck[3]) giebt noch an, jene Ortsverrückung an 19 Perſonen genauer unterſucht und zu 1,69 Mm. gefunden habe. Man kann nach dem früher Dargeſtellten Recht vermuthen, daß dieſe Werthe zu klein ſind, als daß ſie derungen der Rechnung genügen könnten.

3596 Anders verhält ſich dagegen die Sache, wenn ſich das Vorrücken Linſe mit der Veränderung des Krümmungshalbmeſſers eines oder rerer Brechungskörper verbinden könnte. Man hätte dann zwei änderungen, die ſich wechſelſeitig unterſtützen.

3597 Das Vorrücken der Linſe verkürzt jedenfalls die Vereinigu naher Gegenſtände. Es braucht daher die Dicke der Linſe nun und jeder ihrer Krümmungshalbmeſſer in geringerem Grade ein damit der Zweck erreicht werden könne. Wäre die Linſe allein ſchöbe ſie zugleich die Urſache, die ſie zuſammendrückt, nach vorn ſo brauchte ſich ihre Achſe um weniger als $\frac{1}{5}$ Millimeter zu ve Bedenken wir nun noch, daß auch der Glaskörper zu den ge Medien gehört[4]) und daß ſeine Theilnahme die nöthigen Verän noch mehr verkleinern kann, ſo ſieht man, daß es nur ſehr geri kungen zur Deckung des Anpaſſungsvermögens bedarf, ſo wie Möglichkeit eines Wechſels der Krümmungshalbmeſſer der Brechu vorausſetzt. Genauere Unterſuchungen werden noch feſtſtellen m der Spanner der Aderhaut (§. 3585.) Veränderungen der Art e im Stande iſt.

3598 Grimm[5]) nahm an, daß ſich die Brechungscoefficienten de mittel bei dem Naheſehen vergrößern. Dieſe Meinung konnte f Beifalls erfreuen, weil man nicht im Stande war, irgend eine Urſache, aus der jene Veränderung hervorgehen ſollte, anzuge wäre auch heute noch unmöglich, einen Grund, der die Annahme Hilfe weſentlicher Nebenverhältniſſe erklärte, aufzufinden. Denkt dagegen, daß ſich die Krümmungshalbmeſſer der geſchichteten B körper des Auges auf irgend eine Weiſe bei dem Naheſehen ve ſo nimmt allerdings das gemeinſchaftliche Brechungsverhältniß gl zu (§. 3517.). Es bedarf daher in dieſer Hinſicht eines geringeren mungswechſels, als wenn das Auge aus gleichartigen, nicht ge Ablenkungskörpern gebaut wäre.

---

[1]) Hueck, a. a. O. S. 60.
[2]) Hueck, a. a. O. S. 106.
[3]) Hueck, a. a. O. S. 60.
[4]) Brucke, in Müller's Archiv. 1843. S. 345. und Anatomische Be des menſchlichen Augapfels. S. 31 u. 65. Hannover in Müller' 1843. Seite 130.
[5]) Olbers, a. a. O. pag. 29.

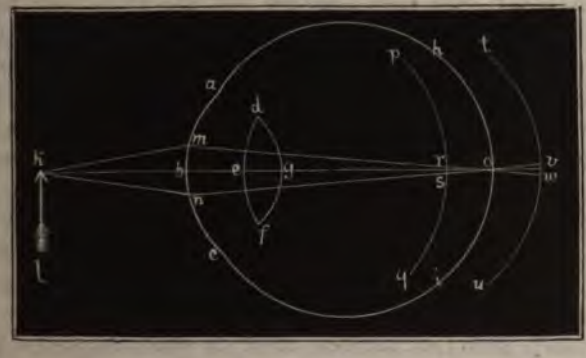
chen es später gar nicht oder sie verlieren die Fähigkeit, mit ihrem
tigen Auge in die Ferne und mit ihrem weitsichtigen in die Nähe
n.

at man sich mit mikroskopischen Untersuchungen, mit dem Lesen klei- 3607
hrift, mit feinerem Zeichnen oder Kupferstechen anhaltend beschäftigt,
gnet es sich, daß das Auge in der nächsten Zeit ferne Gegenstände
licher als sonst sieht. Man wollte hierin einen unmittelbaren Be-
er Anwesenheit einer Anpassung finden. Das Auge, das längere
r eine gewisse Nähe eingestellt gewesen, könne nicht sogleich zu sei-
heren Verhältnissen zurückkehren. Es wäre aber auch möglich, daß
hatsache auf anderen Gründen beruhte. Die Anstrengung, welche
gesetzte genaue Betrachtung kleiner Gegenstände fordert, kann mög-
Weise die Netzhaut und die centralen Sehwerkzeuge so stimmen, daß
t sogleich die sich unter anderen Verhältnissen darstellenden fernen
mit genügender Schärfe aufzufassen im Stande wären.

Kurz- und Weitsichtigkeit. — Das kurzsichtige oder myopische 3608
blickt nahe Gegenstände mit befriedigender, entfernte dagegen mit
hender Schärfe. Das weitsichtige oder presbyopische verhält
gekehrt. Seine Kraft reicht nur bis zu einer gewissen Ferne. Sein
nkt steht daher zu sehr ab, während der Fernpunkt des kurzsichtigen
zu wenig von der Hornhaut hinausrückt.

e optische Deutung, welche man diesen Mängeln der Gesichts- 3609
ge geben kann, hängt von der Vorstellung, die man sich über die
tbilder macht, ab. Nimmt man an, daß der wechselseitige Brenn-
von *k*, Fig. 254., das deutlich gesehen werden soll, auf die Netz-

Fig. 254.



i fallen muß, so folgt, daß die des kurzsichtigen Auges in *tu* und
weitsichtigen in *pq* statt in *hi* liegt. Wir haben in beiden Fällen
ungskreise *vw* und *rs* statt des einzelnen Punktes *o*. Er befindet
r vor der Netzhaut *tu* in dem kurzsichtigen und hinter derselben
dem weitsichtigen Auge. Dieses hat entsprechende, jener dagegen
rte Zerstreuungskreise

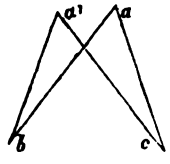
enkt man sich, daß die Netzhautbilder aus keinen einzelnen wechsel- 3610

gerichtet, so wird dann der Nahepunkt Zerstreuungskreise liefern. N man nun an, die Netzhaut habe die Fähigkeit, diese unvollkommen der mit befriedigender Klarheit aufzufassen oder zu deuten, so lösen inneren Veränderungen des Auges hinwegfallen.

3604 Die Ansicht von Sturm[1]) führt diese Anschauungsweise noch meiner durch. Wir haben bemerkt (§. 3483 ff.), daß die Brechungs des Gesichtswerkzeuges weder vollkommen sphärisch, noch vielleicht mathematisch genau geordnet sind (§. 3270.). Die Messungen von C sat und Krause gestatten die Deutung, daß hier einzelne ellipse Umdrehungsflächen vorkommen. Ein Leuchtpunkt hat unter diesen V nissen keinen wechselseitigen einfachen Brennpunkt. Es erzeugt sic mit der Verschiedenheit der Verhältnisse wechselnde Lichtausbreitun ein Zwischenraum der Brennweiten, in dessen Innerem d der größten Lichtstärke liegt. Dieser verrückt sich zwar nach Ma der Entfernungen. Es ist aber denkbar, daß er dessenungeachtet ei reichende Schärfe für die Netzhaut, die sich in seinem Bereiche l in jedem Falle darbietet.

3605 Ungleiche Sehweite beider Augen. — Prüft man die Augen eines Menschen nach einander, so wird man in der Regel daß sie ungleiche Sehweiten besitzen. Dieser Fehler pflegt sich in nen, die viel lesen, schreiben, nähen oder sich überhaupt häufig Betrachtung naher Gegenstände beschäftigen, am auffallendsten l geben. Ein einfacher Versuch kann uns auch bald von jener Ung überzeugen. Man läßt einen Strich a, Fig. 253., eines Maaßsta

Fig. 253.



beiden Augen zugleich so scharf als möglich a Besitzen beide Augen die gleiche Sehweite, so wi der Verlängerung der senkrechten Mittelebene des liegen und ab eben so groß als ac sein, wenn c die vorderen Enden der Sehachsen bezeichnen. wir uns dagegen, das b entsprechende Auge sei nißmäßig kurzsichtiger, so muß a nach a' gerückt so daß ba' kleiner als ca' ausfällt.

3606 Manche Forscher, wie Porterfield und Treviranus, g daß diese wahrscheinlich erzogene Ungleichheit der Sehweite die M faltigkeit der Auffassung begünstigt. Der Mensch gebraucht nach ih einen oder den anderen Augapfel, je nachdem die Entfernung des standes den Kräften desselben besser entspricht. Es läßt sich nicht l daß dieses bei großen Unterschieden der Sehweiten vorkommt. Ma häufig bemerken, wie Frauen ihr Strickzeug dem einen Auge au näher halten, Männer nur mit einem lesen u. dgl. m. Diese Geb weise des Gesichtsorgans hat aber leicht zur Folge, daß das Auge, Bilder vernachlässigt werden, immer mehr erlahmt. Personen d

[1]) Sturm, in den Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris. To Paris, 1845. 4. p. 554 u. 761. Vergl. auch Matteucci, Leçons sur les mènes physiques des corps vivants. Paris, 1847. 8. p. 389 — 392.

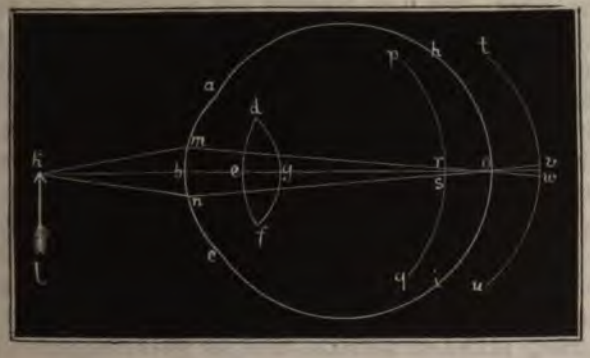
chen es später gar nicht oder sie verlieren die Fähigkeit, mit ihrem
tigen Auge in die Ferne und mit ihrem weitsichtigen in die Nähe
n.

at man sich mit mikroskopischen Untersuchungen, mit dem Lesen klei- 3607
chrift, mit feinerem Zeichnen oder Kupferstechen anhaltend beschäftigt,
gnet es sich, daß das Auge in der nächsten Zeit ferne Gegenstände
licher als sonst sieht. Man wollte hierin einen unmittelbaren Be-
er Anwesenheit einer Anpassung finden. Das Auge, das längere
ir eine gewisse Nähe eingestellt gewesen, könne nicht sogleich zu sei-
iheren Verhältnissen zurückkehren. Es wäre aber auch möglich, daß
hatsache auf anderen Gründen beruhte. Die Anstrengung, welche
gesetzte genaue Betrachtung kleiner Gegenstände fordert, kann mög-
Weise die Netzhaut und die centralen Sehwerkzeuge so stimmen, daß
t sogleich die sich unter anderen Verhältnissen darstellenden fernen
mit genügender Schärfe aufzufassen im Stande wären.

urz- und Weitsichtigkeit. — Das kurzsichtige oder myopische 3608
rblickt nahe Gegenstände mit befriedigender, entfernte dagegen mit
hender Schärfe. Das weitsichtige oder presbyopische verhält
gekehrt. Seine Kraft reicht nur bis zu einer gewissen Ferne. Sein
nkt steht daher zu sehr ab, während der Fernpunkt des kurzsichtigen
u wenig von der Hornhaut hinausrückt.

e optische Deutung, welche man diesen Mängeln der Gesichts- 3609
ge geben kann, hängt von der Vorstellung, die man sich über die
bilder macht, ab. Nimmt man an, daß der wechselseitige Brenn-
von *k*, Fig. 254., das deutlich gesehen werden soll, auf die Netz-

Fig. 254.



fallen muß, so folgt, daß die des kurzsichtigen Auges in *tu* und
weitsichtigen in *pq* statt in *hi* liegt. Wir haben in beiden Fällen
ungskreise *vw* und *rs* statt des einzelnen Punktes *o*. Er befindet
vor der Netzhaut *tu* in dem kurzsichtigen und hinter derselben
em weitsichtigen Auge. Dieses hat entsprechende, jener dagegen
rte Zerstreuungskreise

nkt man sich, daß die Netzhautbilder aus kleinen einzelnen wechsel- 3610

seitigen Brennpunkten, sondern aus Zwischenräumen der Vereinigungspunkte entstehen (§. 3604.), so muß man annehmen, daß die auch in dem gesunden Auge gegebenen Zerstreuungskreise die Grenzen der möglichen Deutlichkeit der Auffassung in dem kurzsichtigen, wie in dem weitsichtigen Gesichtswerkzeuge überschreiten.

3611 Wir haben §. 3565. gefunden, daß die Abweichungen der Vereinigungsweite mit der Annäherung des Gegenstandes unverhältnißmäßig wachsen. Es ergiebt sich hieraus, daß das weitsichtige Auge einen kleineren Spielraum der Anpassung, als das kurzsichtige haben muß. Stellen wir uns vor, ein Weitsichtiger bemerke kleine Gegenstände, die 10,3 Meter entfernt sind, eben so deutlich, als solche, die $^1/_8$ Meter von seinem Auge abstehen, so gleicht der Unterschied der Vereinigungsweiten, wenn wir das mehrfach erwähnte Krause'sche Auge zum Grunde legen, nur 0,15 Millimeter. Hat dagegen ein kurzsichtiges Auge seinen Fernpunkt bei 42 und seinen Nahepunkt bei 10,8 Centimeter, so weichen die beiderseitigen Brennweiten um 1,57 Mm. ab (§. 3565.).

Anhang. Kr. 44.

3612 Da die Kurzsichtigkeit dadurch bedingt wird, daß der Ort der größten Klarheit der Bilder vor der Netzhaut liegt, so ergiebt sich, daß alle Verhältnisse, welche die Brechung verstärken oder die Sehachse verlängern, diesen Augenfehler herbeiführen können. Die Weitsichtigkeit wird aus den umgekehrten Bedingungen hervorgehen. Eine kleinere Sehachse kann einer zu bedeutenden Brechung und eine größere Augenachse einer zu schwachen Ablenkung entgegenwirken.

3613 Verhältnißmäßig zu geringe Krümmungshalbmesser oder zu starke Krümmungen, hohe Ablenkungscoefficienten oder eine zu beträchtliche Länge der Sehachse werden zunächst die Kurzsichtigkeit bedingen können. Wir finden in der That, daß stark gewölbte und vollsaftige oder wässerichte gewordene Augen zu diesem Fehler am meisten geneigt sind. Er verliert sich häufig in dem höheren Alter, in dem die Fülle aller Theile nach und nach abnimmt oder die Linse platter wird. Wir werden jedoch sehen, daß hier auch eine geringere Empfänglichkeit der Netzhaut eingreifen kann. Es ist endlich denkbar, daß andere verborgenere Ursachen zur Kurzsichtigkeit führen. Steht die Krystallinse zu weit nach vorn, besitzt sie einen verhältnißmäßig sehr kleinen Kern oder zahlreichere Schichten mit stets zunehmendem Ablenkungscoefficienten, so muß sich ebenfalls die Vereinigungsweite übermäßig verkürzen. Die entgegengesetzten Bedingungen werden die Weitsichtigkeit veranlassen. Menschen, die früher in allen Abständen gut sahen, leiden häufig in höherem Alter an Fernsichtigkeit.

3614 Die Gewohnheit hat in dieser Hinsicht einen großen Einfluß. Personen, die viel schreiben oder zahlreiche feine Handarbeit verrichten, werden häufig nach und nach kurzsichtig. Leute dagegen, deren Beschäftigung kein angestrengtes Sehen in die Nähe fordert, bleiben auch oft von diesem Fehler verschont. Ware[1]) fand fast keinen Kurzsichtigen unter 10,000 Ein-

[1]) Ware, in Gilbert's Annalen. Neue Folge. Bd. XXIV. Leipzig. 1816. Seite 255.

chen Soldaten, nur 3 unter 1300 Kindern, dagegen 32 unter 127 Stu-
renden. Szokalski[1]) traf noch keinen Kurzsichtigen in der untersten
lasse des Collége Charlemagne in Paris an. Der 21ste Schüler litt
on an diesem Fehler in der nächst höheren Classe, die Hälfte der ober-
n Abtheilung war sogar mit Brillen versehen.

Holke[2]) fand 6379 Kurzsichtige, 5685 Weitsichtige und 2011 Schwach- 3615
htige unter 14075 Personen, deren leidende Gesichtswerkzeuge er zu un-
suchen Gelegenheit hatte. Die Nr. 152. mitgetheilten Tabellen enthal-
n die einzelnen Verhältnißwerthe, wie ich sie aus den Grundwerthen Anfang Nr. 152.
es Forschers zu berechnen suchte. Wir wollen daher hier nur die all-
meinen Schlüsse, die sich aus ihnen ergeben, andeuten.

Betrachten wir die Alterszeit von 8 bis 60 Jahren, so finden wir, 3616
ß das rechte Auge das kurzsichtigere zu sein pflegt. Diese Norm verliert
h dagegen öfter in Personen zwischen 60 und 90 Jahren. Die Weit-
htigkeit scheint ebenfalls im Ganzen das rechte Auge leichter zu treffen.

Die Mehrzahl der Kurzsichtigen findet sich unter den Studirenden, 3617
n Gelehrten und den Männern der höheren Stände überhaupt. Sol-
ten, Officiere, Künstler, Ladendiener und andere Kaufleute, die sich
cht unausgesetzt mit Schreiben beschäftigen müssen, Schmiede und ähn-
he Feuerarbeiter, die meisten Handwerker, Jäger und Ackersleute sind
er zur Weit- als zur Kurzsichtigkeit geneigt. Die Zahl der Männer,
: ihre Kurzsichtigkeit durch optische Hilfsmittel zu verbessern suchten, war
· bis 3mal so groß, als die der Frauen.

Knaben und Mädchen, deren Alter zwischen 8 und 16 Jahren lag, 3618
ten bei weitem häufiger an Kurzsichtigkeit, als an Weitsichtigkeit. Die
rhältnißmäßigen Werthe, in denen diese beiden Gebrechen bei Männern
n 16 bis 60 Jahren vorkamen, blieben sich so ziemlich gleich. Frauen
s gleichen Alters waren häufiger weit-, als kurzsichtig. Dieses wieder-
lte sich für das Alter von 60 bis 90 Jahren in beiden Geschlechtern.

Vergleichen wir endlich einen und denselben Stand unter verschiede- 3619
n Lebensaltern, so finden wir, daß die Zahl der Kurzsichtigen in hö-
rem Alter immer abnahm. Die beträchtlichsten Unterschiede zeigten sich
i Gelehrten und Kaufleuten, die geringsten bei Handwerkern, die schon
ne sehr große Massen dieser Leidenden in jüngeren Jahren darboten.
ie procentige Menge der Weitsichtigen vergrößerte sich dagegen nicht
mer mit dem Eintritt des Greisenalters.

Allmälige Verbesserung der Sehweite. — Wir haben frü- 3620
r (§. 3614.) bemerkt, daß sich die Kurzsichtigkeit in Folge der Gewohn-
it einstellt. Es wäre möglich, daß dieses von einer bleibenden Anpassung
s Auges herrührt. Es fragt sich jedoch noch, ob nicht hierbei die Schärfe
r Thätigkeit der Netzhaut eine wesentliche Rolle übernimmt. Dem sei,

---

[1]) Szokalski, in der Prager Vierteljahrsschrift für praktische Heilkunde. Bd. XVII. 1848. 8. Seite 166.

[2]) Holke, Disquisitio de acie oculi dextri et sinistri. Lipsiae, 1830. 4. — G. Th. Frechner's Repertorium der Erperimentalphysik. Bd. II. Leipzig, 1832. 8. Seite 208 fgg.

wie ihm wolle, so kann sich ein Mensch, der seine Augen den zu
tenden Gegenständen übermäßig nahe hält, immer kurzsichtiger
Die entgegengesetzte Uebung wird einen schon bestehenden Fehler
verbessern. Berthold[1]) hat ein zu diesem Zwecke eingerichtetes
unter dem Namen des Myopodiorthoticon angegeben. Das
ruht auf einem festgestellten Nasenstege, der nach Maaßgabe der
nisse allmälig höher geschraubt werden kann.

3621 Brillen. — Das kurzsichtige Auge hat eine zu kleine Verein
weite für ferne und das weitsichtige eine zu große für nahe Gege
Anhang Nr. 153. Die gebrochenen Strahlen convergiren zu stark in dem ersteren Fal
können daher nur Zerstreuungslinsen den Fehler verbessern. Da
sichtige Auge dagegen, in dessen Innern die Convergenz zu schn
hat Sammellinsen zu seiner Unterstützung nöthig. Es ergiebt sich
aus den §. 3444 ff. dargestellten Eigenschaften solcher Gläser, daß
Kurzsichtige bestimmten Brillen die Lichtstärke herabsetzen, die für
sichtige passenden Unterstützungsmittel dagegen die Menge der einf
Strahlen vergrößern.

3622 Soll ein Glas der Art ohne Unterschied an beiden Seiten ge
werden, so muß es zwei gleichartige, aber entgegengesetzt gerichtete
mungen besitzen. Die Lorgnetten, welche die Kurzsichtigkeit ver
haben daher zwei ausgehöhlte und die, welche weitsichtigen Aug
sprechen, zwei erhabene Kugelflächen von möglichst gleichen Krüm
halbmessern. Die gewöhnlichen Brillen sind ebenfalls nach diese
geschliffen. Besitzen sie verhältnißmäßig zu kleine Krümmungshal
oder eine zu große Dicke, so stören sie leicht durch eine zu bedeute
weichung wegen der Kugelgestalt. Die Strahlen treten unter zu
denen Winkeln bei den seitlichen Wendungen des Auges ein. Da
concave oder planconvere Linsen den gleichen Nachtheil darbieten
so hat Wollaston den Uebelstand durch die Herstellung von M
oder von sogenannten periskopischen Brillen zu vermeiden
Die äußere Fläche derselben ist conver, die innere dagegen concav.
Anhang Nr. 153. das Glas einem kurzsichtigen Auge dienen, so muß der Halbmes
vorderen Krümmung größer, als der der hinteren gewählt werde
versteht sich von selbst, daß nur die innere concave Fläche dem A
gekehrt sein darf. Man schleift überdies die Vorderseite nach einem
lichst großen Krümmungshalbmesser, um die Störungen der Spie
so sehr es angeht, zu vermeiden.

3623 Die negative Brennweite eines concav-concaven und die positiv
Anhang Nr. 153. Gleich. Nr. 6. conver-converen Brille muß um so mehr abnehmen, je größer der
der Kurz- oder der Weitsichtigkeit ausfällt. Die allgemeinen Gleic
ergeben für beide Fälle, daß man die Brennweite des passenden
findet, wenn man die Sehweite des kranken Auges mit der, welc
Anhang Nr. 153. Gleich. Nr. 1. optische Hilfsmittel möglich machen soll, vervielfältigt und das P
durch den Unterschiedswerth dieser beiden Größen theilt.

[1]) A. A. Berthold, Das Myopodiorthoticon oder der Apparat, die Kurzsichti
heilen. Göttingen, 1840. 8.

Besitzen die beiden Halbmesser der entgegengesetzt gerichteten Krüm- 3624
mungen dieselbe Größe, so gleicht diese der doppelten Brennweite, multi- Anhang Nr. 153, Gleich. Nr. 3.
plicirt mit dem um 1 verminderten Brechungsverhältniß oder dem Zwei-
fachen der letzteren Größe, getheilt durch den Unterschied der Einheits-
brüche der kranken und der gesunden Sehweite. Nimmt man 1,5 als Anhang Nr. 153, Gleich. Nr. 4.
runde Zahl für den Ablenkungscoefficienten des Glases an, so stimmt der
Halbmesser der Gläser mit der Brennweite der Brille überein.

Die meisten Brillenschleifer legen 8 bis 10 Pariser Zoll oder 21,8 3625
bis 27,1 Centimeter als natürliche Sehweite zum Grunde. Einige nehmen
12 Zoll oder 32,5 Centimeter für die Sammelbrillen weitsichtiger Augen
an, während sie eine kürzere Entfernung, z. B. 8 Zoll, für die Zer-
streuungsbrillen voraussetzen. Wir werden in der Folge 24 Centimeter
oder 8,87 Zoll für alle Fälle gebrauchen.

Man pflegt die Augengläser nach Nummern zu bestimmen. Diese 3626
Einrichtung könnte allerdings zum Ziele führen, wenn die Brillen aller
Werkstätten die gleiche Vereinigungsweite für dieselbe Nummer hätten,
oder wenn überhaupt eine durchgreifende Maaßbestimmung allgemein an-
genommen wäre. Dieses ist jedoch nicht der Fall. Die verschiedenen Fa-
briken gebrauchen ungleiche Zeichen. Es kommt sogar vor, daß eine Sam-
mel- und eine Zerstreuungslinse derselben Werkstätte, welche die gleiche
positive und negative Vereinigungsweite besitzen, abweichende Nummern
darbieten.

Viele deutsche Brillenschleifer haben 100 als höchste Nummer für 100 Zoll oder 275 Centimeter Brennweite. Die stärksten Gläser besitzen dagegen eine Vereinigungsweite von 2 Zoll oder 5½ Centimeter und selbst von 1 Zoll oder 2,7 Cent. Die Nummern nehmen zuerst von 10 zu 10 Zoll, später zu 5, 4, 3 und endlich bei den kleinsten Grö-ßen zu ½ bis ¼ Zoll ab. Man verfertigt in der Regel nur einzelne Zwischennummern, am häufigsten gesucht werden. Ueber einige andere Beziehungen der Art s. Szo-kalski a. a. O. S. 154 und 163.

Da die Sammellinse der Weitsichtigen die Vereinigungsweite verkürzt, 3627
vergrößert sie auch den Gegenstand. Eine Zerstreuungsbrille muß ihn
umgekehrt verkleinern. Diese Unterschiede fallen um so mehr auf, je schär-
fer die Brille ist und je weniger sie dem Auge entspricht. Es muß daher Anhang Nr. 158.
als Regel gelten, daß man nur Gläser, durch die man die Gegenstände
in möglichst unverändertem Umfange wahrnimmt, auswählt.

Soll die Benutzung eines Augenglases mit keinem Nachtheile verbun- 3628
den sein, so darf seine Masse keine Streifen, Risse, Blasen oder Wellen
enthalten. Das Glas selbst besteht in der Regel aus Kronglas, dessen
Brechungsverhältniß bei 1,52 und 1,56 zu liegen pflegt. Man hat auch
den Versuch gemacht, Bergkrystall, dessen Ablenkungscoefficient etwas hö- Anhang Nr. 158.
her liegt, zu demselben Zwecke zu gebrauchen. Es gelingt jedoch nur mit
Mühe, die Doppelbrechung desselben (§. 3384.) völlig unschädlich zu
machen.

Kleinere Ritze, wie sie häufig bei dem Reinigen der Gläser erzeugt 3629
werden, schaden im Ganzen wenig. Jeder Ueberzug dagegen, den Un-
reinigkeiten oder der Niederschlag von Wasserdämpfen bedingen, stört in
hohem Maaße.

3630 Weicht die Kurz- oder die Weitsichtigkeit für beide Augen eines schen in bedeutenderem Grade ab, so muß man zwei verschiedene in eine Brille einsetzen lassen. Man hat aber in jedem Falle sor zu beachten, daß die Gläser dem Zustande der Gesichtswerkzeuge entsprechen, weil sonst das Auge durch den Gebrauch unzweckmäßige len immer mehr verdorben wird. Diese müssen auch die nöthige haben, damit der Mensch bei allen Wendungen des Augapfels du Glasmasse und nicht neben ihr hindurchsieht. Zu kleine Brillen daher.

3631 Gebraucht ein Kurzsichtiger eine Zerstreuungsbrille, die ihm nen Gegenständen zu scharf und zu verkleinert darstellt, so verw sein Auge und macht es nach und nach immer kurzsichtiger. Eine üble Gewohnheit führt noch häufiger denselben Nachtheil herbei. oder liest ein Kurzsichtiger mit der Brille, die für die Betrachtu abstehender Körper bestimmt ist, so dauert es nicht lange, daß ihm Augenglas für die Ferne versagt. Er muß zu immer schärfere streuungslinsen übergehen oder noch eine Lorgnette außer der Br richtigen Auffassung der Fernpunkte gebrauchen. Schwachsichtigke thätigkeit eines oder beider Augen und Schielen können endlich di von üblen Folgen, welche dieser Mißbrauch der Augengläser schließen

3632 Die Sehweite des kurzsichtigen Auges bildet die Grundlage Auswahl der Zerstreuungsbrille. Nr. 154. des Anhanges giebt i Hinsicht eine Reihe von Berechnungen, die in Einzelfällen zu R zogen werden können. Die dort bestimmten Sehweiten liegen zw und 21 Centimeter und steigen von 3 zu 3 Centimeter.

3633 Bedient sich ein Kurzsichtiger einer vollkommen passenden Br er sie immer bei dem Nahesehen ab und bemüht er sich, in so Entfernungen, als es irgend angeht, zu lesen und zu schreiben, den seine Augen nicht kurzsichtiger. Sie verbessern sich vielmehr in dieser Beziehung in vorgerückteren Jahren. Ist ein Mensch nöthig, daß er seine Augen dem Papier, auf dem er schreibt, nähern muß, so kann er eine Brille für das Nahesehen und eine für die Betrachtung ferner Gegenstände gebrauchen.

3634 Weitsichtige müssen vorzüglich zu schwache Gläser oder Samm mit zu großen Vereinigungsweiten zu vermeiden suchen. Nr. 1. Anhanges liefert in dieser Hinsicht eine Tabelle der Brennwei [illegible] für Sehweiten von 50 bis 150 Centimeter nöthig [illegible] hat der Mensch seine Krystalllinse in Folge der Staarcorrec [illegible] verschafft sein Auge einen wesentlichen Ablenkungsfehler. [illegible] liegen sie daher zu weit nach hinten. Das Gesicht [illegible] Denken wir uns, dieser Fehler greife nur in unteren [illegible] so wird der Nahepunkt weiter hinausrücken. Der Mo [illegible] gewöhnlichen Sammellinse, wie sie andere Weitsichtige ein

[illegible] Gegenstände die in einer noch so großen endlich

ung liegen, wahrnehmen, so besitzt es immer Empfänglichkeit für
en, welche die Hornhaut divergent treffen. Die äußerste Grenze
Verhältnisses wird durch die einzig mögliche Aufnahme paralleler
len bestimmt. Die Rechnung ergiebt, daß ein solches Auge eine Anhang Nr. 153.
, deren Brennweite der natürlichen Sehweite entspricht, nöthig hat.
Sehen wir einen Schritt weiter, so wird das Auge weder diver- 3637
, noch parallele, sondern nur solche Strahlen, die convergent auf
ornhaut fallen, mit gehöriger Schärfe auffassen. Es sieht keinen
stand ohne künstliche Unterstützung deutlich. Befindet sich dagegen
Konvexlinse vor der Hornhaut, so ist jener Uebelstand aufgehoben.
dann ein Augenglas die natürliche Sehweite von 24 Centime-
er 8,87 Zoll herstellen, so muß es eine kürzere Vereinigungs-
besitzen. Gläser, welche dieser Forderung genügen, heißen Staar-
n.

s ergiebt sich aus optischen Betrachtungen, daß die Sehweite sol- 3638
ngelhaften Gesichtswerkzeuge negativ zu nehmen ist und sich diese
e Größe um so mehr verkleinert, je tiefer der Fehler des Auges
ist. Nr. 156. des Anhanges giebt uns eine Uebersicht der Staar- Anhang Nr. 156.
welche solche negative Sehweiten von 72 bis 4,8 Centimeter be-
Die Brennweiten der Gläser liegen dann zwischen 18 und 4 Cen-
oder zwischen 6,65 und 1,48 Pariser Zoll.

kommt ausnahmsweise vor, daß eine kugelig geschliffene Linse 3639
nügt, daß man aber eher mit anderen Krümmungsoberflächen zum
langt. Airy[1]) hat einen solchen Fall aus seinem eigenen Auge
ben. Dieses besaß eine bedeutend kürzere Brennweite in senkrech-
s in wagerechter Richtung, weil die Oberfläche der Ablenkungs-
von der Gestalt einfacherer Umdrehungsflächen wesentlich abwich.
oppelt concave Linse, deren vordere Fläche sphärisch und deren
cylindrisch war, machte es möglich, daß sich Airy eben so gut
ranken, wie seines gesunden Auges bedienen konnte. Man muß
pt in allen solchen Fällen die Hinterseite des Augenglases so zu
suchen, daß die vorhandenen Unregelmäßigkeiten der Krümmung
st unschädlich werden. Die Vorderfläche kann kugelig bleiben und
Haaßgabe der Kurz- oder der Weitsichtigkeit vertieft oder erhaben
n.

ie Staubbrillen bilden einfache, farblose oder schwach gefärbte 3640
, deren Gestell mit Seitenwänden versehen ist, damit mechanisch
e Gegenstände, wie Staub, Steine u. dgl. von dem Auge abge-
werden. Die älteren Conservationsbrillen bestehen in
en, farblosen Sammellinsen, die das Nahesehen erleichtern, mehr
das Auge einführen und stumpfere Gesichtswerkzeuge auf diese
unterstützen.

erfen Schneefelder, Gletscherflächen und andere hell beleuchtete 3641

---

[1]) W. Herrschel, Vom Licht. Uebersetzt von Ed. Schmidt. Stuttgart und Tü-
gen, 1831. 8. S 153 — 155.

Massen große Lichtmengen zurück, so können schon weiße Gläser die übermäßige Reizung der Netzhaut mäßigen. Sind sie in passender Weise gefärbt, so leisten sie noch bessere Dienste. Wir werden in der Folge finden, daß sich hierzu schwach grüne und blaue Farben am besten eignen. Man bedient sich daher häufig solcher Brillen, um schwache Augen unter gewöhnlichen und gesunde unter außerordentlichen Verhältnissen zu unterstützen.

3642 Ist die Glasmasse durch und durch gefärbt, so hat sie leicht den Nachtheil, daß ihre dünneren Stellen zu hell und ihre dickeren zu dunkel ausfallen. Legt der Mensch die Brille ab, so erblickt er nicht selten die Gegenstände in der entsprechenden Ergänzungsfarbe. Er sieht sie z. B. in röthlichem Schimmer, wenn das Augenglas blau gefärbt war. Man hat diese Nachtheile auf verschiedene Weise zu vermeiden gesucht.

3643 Diejenige Art von gefärbten Brillen, welche man nicht ganz passend achromatische, richtiger dagegen isochromatische Gläser nennt, bestehen der Hauptmasse nach aus doppelt converen oder doppelt concaven weißen Glaslinsen, die einen dünnen Ueberzug von gefärbtem Glase besitzen. Dieser ist mit Canadabalsam oder Guajacharz aufgekittet. Blau und grau sind in den Neutralbrillen möglichst gleichförmig gemischt. Das Auge gewöhnt sich übrigens bald, die wahren Farben der Gegenstände durch solche gefärbte Gläser zu unterscheiden.

3644 Schwachsichtigkeit. — Wir haben bis jetzt nur den Fall, daß die Vereinigungsweite die Netzhaut trifft oder verfehlt, berücksichtigt. Es ergiebt sich aber von selbst, daß das deutliche Sehen noch eine zweite Bedingung fordert. Die Nervenmasse muß die gehörige Empfänglichkeit darbieten, damit das auf ihr erzeugte Bild den nöthigen Grad des Eindruckes hervorruft. Die Lichtstärke wird in dieser Hinsicht einen wesentlichen Einfluß ausüben. Sie muß sich für ein stumpferes Auge vergrößern und kann sich für ein schärferes verkleinern.

3645 Stellen wir uns vor, daß die Lichtstärke, die einem Punkte zukommt, von der Menge der Strahlen, die er aussendet, abhängt, so wird sich die Grundfläche des Strahlenkegels mit Zunahme der Entfernung vergrößern. Eine Blendung oder selbst eine Linse, die eine gewisse sich gleich bleibende Oeffnung hat, kann alle Strahlen bei der gehörigen Nähe hindurchlassen, während sie nur einen Theil derselben bei einem größeren Abstande aufzunehmen vermag. Vereinigen sie sich später zu einem Bildpunkte, so wird dieser eine bedeutendere Lichtstärke in dem ersten, als in dem zweiten Falle besitzen.

3646 Nimmt man an, daß eine stumpfere Netzhaut ein lichtstärkeres Bild zur Auffassung nöthig hat, so kann eine größere Nähe desselben Leuchtpunktes günstigere Bedingungen, als eine bedeutendere Entfernung darbieten. Die Unvollkommenheit des Gesichtswerkzeuges wird auf diese Weise auf den ersten Blick als Kurzsichtigkeit auftreten, während der ursprüngliche Fehler in der Empfänglichkeit der Netzhaut selbst begründet ist.

3647 Bedient sich ein Mensch einer Zerstreuungsbrille, so wird die Lichtstärke der Bilder, wenn man alle übrigen Verhältnisse gleich setzt, aus

ben erwähnten Gründen abnehmen. Sammellinſen können umgekehrt
hſichtige Augen innerhalb gewiſſer Grenzen unterſtützen, weil ſie die
rahlen convergirender dem Auge zuleiten. Laſſen wir den Verluſt,
ie Zurückwerfung und die Abſorption des Lichtes herbeiführen und die
tlichkeit, welche die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt erzeugt, bei
ſo wird das Auge einen breiteren Lichtbüſchel in dem zweiten Falle
men und lichtſtärkere Bilder liefern können.

öhm [1]) ſtützte ſich auf dieſe Betrachtungsweiſe, um eine von ihm entdeckte eigen-
he Thatſache zu erklären. Ein ſchielendes Auge erkennt nämlich nur nahe Gegen-
mit Beſtimmtheit. Selbſt dieſe Thätigkeit iſt aber mit größerer oder geringerer
ngung verbunden. Man hat es daher früher ohne Weiteres für kurzſichtig gehal-
Böhm fand aber, daß der Fehler nicht durch Zerſtreuungsbrillen, ſondern durch
ellinſen von mäßiger Brennweite weſentlich verbeſſert wird. Das Converglas, das
icht von fernen Gegenſtänden in das Auge einleitet, macht es aus dieſem Grunde
tiger. Es iſt aber zugleich nach Böhm's Verſuchen phyſikaliſch fernſichtiger, die
dung der Sammellinſen findet hierdurch ihre beſtimmte Grenze.
iele Fälle, in denen eine Halblähmung der Netzhaut vorhanden zu ſein ſcheint,
nach Böhm [2]) nur davon her, daß die Anpaſſungsfähigkeit verloren gegangen iſt.
Schnei ſchnitt eines ſolchen abgewichenen Auges verbeſſert das Wahrnehmungsver-
in bedeutendem Grade. Böhm ſucht daher dieſe Leiden nicht ſowohl auf ur-
liche Krankheiten der Netzhaut, als auf regelwidrige Thätigkeiten der Muskelge-
welche die Anpaſſung vermitteln, zurückzuführen.

Auffaſſung von Gegenſtänden, die außerhalb der Seh- 3648
e liegen. — Da die Unterſchiede der Vereinigungsweiten für nahe
nſtände ſchneller, als für ferne wachſen (§. 3565.), ſo ſtört es ver-
ßmäßig weniger, wenn der Leuchtpunkt jenſeit, als wenn er dieſſeit
ehweite hinausrückt. Es gehört zur Regel, daß Augen, die nicht
lzugroßer Kurzſichtigkeit leiden, Gegenſtände, die weniger als 10 Cen-
r von der Hornhaut abſtehen, undeutlicher auffaſſen. Geſunde weit-
e Menſchen erkennen ſelbſt unendlich weit liegende Punkte mit be-
gender Schärfe. Der Mond oder ein ferner Kirchthurm erſcheinen
en Kurzſichtigen verwaſchen, mit matteren Nebenbildern verſehen
ſelbſt vollkommen doppelt.

Jeder, er ſei kurz- oder weitſichtig, kann ſich die nachtheiligen Ein- 3649
, die eine allzugroße Näherung des Gegenſtandes begleiten, zur An-
ung bringen. Halte ich z. B. einen Maaßſtab dicht vor das Auge
ſtelle eine Stecknadel 10,8 Centimeter von der Hornhaut entfernt
ſo ſehe ich ſie ſcharf und deutlich. Nähere ich auf 9,5 bis 9 Cen-
r, ſo bemerke ich ein zweites verwaſchenes und zum Theil verdecktes
hinter ihr. Beide Bilder weichen um ſo mehr aus einander, je
ſich die Entfernung verringert. Der Stiel ſchwindet dann nach und
Der Knopf zeigt ſich als eine vergrößerte matte Kugel oder Scheibe.
ich dieſe ſtets matter wird, ſo bleibt ſie doch immer noch kennt-
wenn ſelbſt der Abſtand nur 4 Millimeter beträgt. Sinkt er auf
3 Mm., ſo ſchwindet das Bild, ſo wie man das Auge beſchattet.

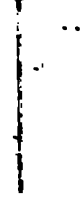
. Böhm, Das Schielen und der Sehnenſchnitt in ſeinen Wirkungen auf Stellung
nd Sehkraft der Augen. Berlin, 1845. 8. S. 88 fgg.
Böhm, Ebendaſelbſt. S. 124 fgg.

Mayer [1]) fand, daß sich die zuerst auftretenden Doppelbilder neben einand
len, wenn der betrachtete Gegenstand diesseit der Grenzen der Sehweite liegt.
das Entgegengesetzte Statt, so treten sie über einander. Wächst das Mißverhält
Entfernungen in höherem Maaße, so vervielfältigen sich die einfachen Bilder, bis
die Deutlichkeit der Auffassung verloren geht.

3650 Die Vergrößerung des Bildes, zu der eine allzugroße Nähe des
genstandes führt, erklärt sich aus der starken Zunahme des Gesicht
kels. Henle [2]) und Hasenclever [3]). Betrachten wir gewöh
Druckschrift in zu geringer Entfernung, so werden zuerst die Buch
blasser, aber breiter und höher. Sie umgeben sich bald mit Farbensäu
haben einen grauen fortlaufenden Hintergrund zwischen sich und
schwimmen nach und nach gänzlich. Man erkennt zuletzt noch höch
die Richtung der Zeilen, nicht aber die einzelnen Worte. Schiebt
ein mit einer kleinen Oeffnung versehenes Papier zwischen das Aug
die Druckschrift und verkleinert auf diese Weise die eintretenden Lich
und hierdurch auch die Zerstreuungskreise, so werden die Buchstaben
fer. Man unterscheidet die einzelnen in Abständen, in denen man sie
nicht mehr in befriedigender Weise wahrnimmt.

3651 Scheiner'scher Versuch. — Betrachtet man eine Lichtflä
eine Nadel, ein Haar oder einen anderen nicht zu großen Gege
durch zwei Oeffnungen, die selbst und in ihrem gegenseitigen Ab
kleiner, als das Sehloch sind, mit einem Auge, so sieht man einfa
lange sich die Leuchtpunkte innerhalb der Grenzen der Sehweite be
liegen sie dagegen jenseit oder diesseit derselben, so erhält man D
bilder. Nehmen z. B. die beiden wagerecht gestellten Löcher 1,5 Mm
ihrer wechselseitigen Entfernung ein, so bemerke ich eine Stecknad
meinem linken etwas kurzsichtigen Auge einfach, so lange sie ungefähr
die 24 Centimeter von der Mitte der Hornhaut absteht. Sie verd
sich dagegen außerhalb dieser Grenzwerthe. Betragen dagegen die
nungen mit ihrem Abstande nur 1 Mm., so sehe ich bei zu großer
scheinbar drei Bilder, zwei matte, die sich mit ihren Innenrände
rühren, a und b, Fig. 255., und ein dunkles c, das zwischen ihnen

Fig. 255



Dieses verhält sich zu jenen, wie ein Kernschatten
den umgebenden Halbschatten. Eine geringere Ausde
der Löcher macht die Erscheinung deutlicher. Sie ver
zugleich die Grenze, bei der sich das Ganze darstellt.
die Nadel jenseit der Grenze meiner Sehweite, so fol
Anschauungsweise bei der oben erwähnten Kleinheit de
nungen. Betrachte ich dann eine Kerzenflamme in ei
ßer Entfernung, so sehe ich das Ganze doppelt. Beid
der sind scharf geschieden. Es geht aber noch eine
von Lichtstreifen sternförmig nach den verschiedensten
tungen hinaus.

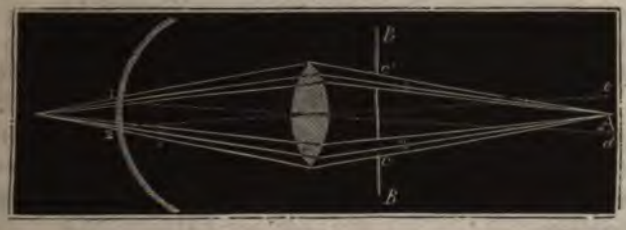
---

[1]) Mayer, in Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift. Bd. V. Heidelberg. 1847. 8
[2]) Henle, in Joh. Müller's Physiologie. Bd. II. Abth. II. Coblenz. 1838. 8
[3]) R. Hasenclever, Die Raumvorstellung aus dem Gesichtssinne. Ein Beit
Theorie des Sinnenlebens. Berlin. 1842. 8. S. 77.

Diese Versuche können zugleich anschaulich machen, wie sich das Auge 3652
oder die Auffassung des Gesehenen für bestimmte Entfernungen der Leuchtpunkte einrichtet. Halte ich eine Nadel zwischen einer in der Sehweite befindlichen Lichtflamme und einem mit zwei kleinen Oeffnungen versehenen Papier, so kann ich bald eine passende Entfernung finden, in der ich nach Belieben die Flamme oder die Nadel doppelt und den anderen Gegenstand einfach wahrnehme.

J. de la Motte[1]) hat, wie es scheint, zuerst bemerkt, daß sich 3653
dieser von Scheiner angegebene Versuch aus den Verhältnissen der Zerstreuungskreise erklären läßt. Nehmen wir an, *A*, Fig. 256., sei ein

Fig. 256.



leuchtender Punkt, *BB* die mit den beiden kleinen Oeffnungen *cc'* versehene Scheidewand, durch die das Auge hindurchsieht, so können wir uns den Gang der Lichtbündel unter 1 und 2 wenigstens auf eine allgemein schematische Weise vorstellen. Befände sich die Netzhaut in der entsprechenden Entfernung, in dem hinteren Durchschnittspunkte von 1 und 2, oder in der wechselseitigen Brennweite von *A*, so würde dieser Punkt einfach erscheinen. Liegt sie dagegen vor derselben, so wie es die Zeichnung darstellt, d. h. befindet sich *A* dem Auge zu nahe, so erzeugen sich zwei Zerstreuungskreise, 1 und 2. Man erblickt *d* und *e* statt des einfachen *A*.

Man bemerkt leicht, daß sich etwas Aehnliches für den umgekehrten 3654
Fall, wenn *A* zu weit absteht, wiederholen muß. Die von *A*, Fig. 257., austretenden Lichtstrahlen, welche durch *cc'* dringen, durchkreuzen sich hier vor der Netzhaut. Diese empfängt deshalb die Zerstreuungskreise 1 und 2, Fig. 257.

Fig. 257.

Der Vergleich von Fig. 3655
256. und 257. kann uns unmittelbar darlegen, daß die Zerstreuungskreise verschiedene Eigenschaften unter beiderlei Verhältnissen darbieten. Liegt der

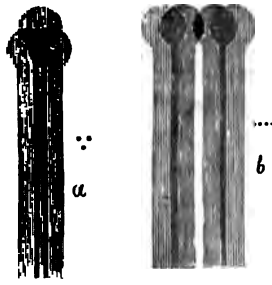
[1]) E. Wilde, Geschichte der Optik vom Ursprung dieser Wissenschaft bis auf die gegenwärtige Zeit. Theil I. Berlin, 1838. 8. S. 215.

Gegenstand zu nahe, wie es Fig. 256. darstellt, so entspricht der obere Zerstreuungskreis 1 dem durch c' gegangenen Lichtbündel. Befindet sich dagegen A, wie in Fig. 257., in allzugroßer Ferne, so hängt der untere Zerstreuungskreis 1 von dem oberen, durch c' gedrungenen Lichtkegel ab. Wir haben daher in dem ersteren Falle entsprechende und in dem letzteren entgegengesetzte Beziehungen.

3656 Ist A, Fig. 257., zu weit entfernt, so muß d mit der Deckung von c' verschwinden. Es geht mithin hier das Bild derselben Seite, an welcher das Loch der vorgehaltenen Scheidewand geschlossen wird, verloren. Das Umgekehrte wird in Fig. 256. bei allzugroßer Nähe des Gegenstandes eintreten. Man kann sich an einer auf einem Fensterrahmen befestigten Stecknadel überzeugen, daß die Erfahrung diese Folgerung bestätigt. Es ergiebt sich zugleich, daß die Bilder mit der Vergrößerung des Abstandes der Oeffnungen und dem Unterschiede von der natürlichen Sehweite aus einander rücken und an Schärfe verlieren müssen. Betrachtet man vergleichungsweise einen kleineren Gegenstand, der verhältnißmäßig näher, und einen größeren, der weiter liegt, so sieht man jenen doppelt und diesen einfach, weil die Nebenbilder des letzteren mit geringerer Schärfe auftreten.

3657 Hat das Papier drei Oeffnungen, die, wie es a, Fig. 258., andeutet, gestellt sind, so erblickt man drei Bilder. Liegen die drei Löcher wagerecht, so sehe ich unter günstigen Verhältnissen nicht bloß drei, sondern vier neben einander stehende Nadeln, die sich zum Theil, wie es Fig. 258. b zeigt, wechselseitig decken. Sind vier Oeffnungen so gestellt, daß je zwei über einander kommen, so erhält man zwei obere Bilder mit einer mittleren Kernfigur und zwei untere.

Fig. 258.



Volkmann [1]) versuchte früher die Größe der Zerstreuungskreise, die bei dem Scheiner'schen Versuche zu Stande kommen, aus der Entfernung des Gegenstandes und dem wechselseitigen Abstande der bemerkten Doppelbilder zu berechnen. W. Weber fügte noch eine theoretische Formel hinzu, deren Ergebnisse jedoch von den durch die Beobachtung mittelbar bestimmten Zahlen nicht selten in verhältnißmäßig bedeutendem Grade abwichen. Jene Bestimmungen befanden sich aber auf einer nicht ganz richtigen Grundlage, weil in ihnen vorausgesetzt wurde, daß der optische Mittelpunkt mit dem Drehpunkte oder dem Mittelpunkte der äußeren Augenachse zusammenfällt, und für alle Abstände des gesehenen Gegenstandes gleich bleibt. Vergl. §. 3559 fgg.

Ließ Volkmann [2]) verschiedene Personen eine Nadel, die anfangs nur 2 Zoll weit vom Auge angebracht war, durch vier kleine Oeffnungen von der in a, Fig. 258. angegebenen Anordnung betrachten und sich allmälig bis auf 24 Zoll entfernen, so bemerkten die Einen die Reihenfolge, die in Fig. 259., die Anderen dagegen die, welche in Fig. 260. aufgezeichnet ist. Jener Forscher schließt hieraus, daß die Menschen, welche die

[1]) A. W. Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. S. 132–143. und Poggendorff's Annalen. Bd. XLV. Leipzig, 1838. 8. S. 203 fgg.

[2]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Braunschweig, 1846. 8. S. 293.

Fig. 259.

Fig. 260.

Fig. 259. hatten, eine Linſe, die am Rande ſtärker, als in der Mitte bricht, aben, daß dagegen das Umgekehrte für Fig. 260. der Fall war.
ält die Linſe einzelne helle und verdunkelte Streifen, ſo können ſie in ähnlicher e die mit den kleinen Oeffnungen verſehene Scheibe in dem Scheiner'ſchen Ver- en. Ruete[1]) erzählt einen Fall, in dem ein Mann, der an beginnendem Staare litt, ſehr ferne Gegenſtände zwölffach, nähere dagegen einfach ſah.

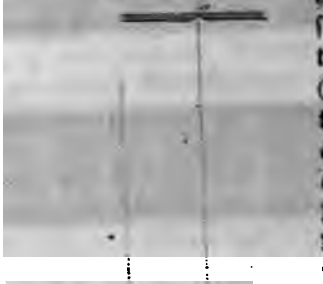
1. Optometer. — Porterfield[2]), Young[3]), Holke[4]), 3658
Lehot[5]) und Stampfer[6]) haben den Scheiner'ſchen Verſuch benutzt, um die Sehweite geſunder oder kranker Augen zu ermitteln. Die Vorrichtung geſtaltet ſich am einfachſten, wenn man einen über einem ſchwarzen Lineal ausgeſpannten Faden durch eine oder zwei kleine Oeffnungen betrachten läßt. Dieſer erſcheint dann in der entſprechenden Sehweite *c*, Fig. 261., am dünnſten und ſchärfſten. Er verbreitert ſich dagegen immer mehr nach *dae* und *fbg*, oder zerfällt ſelbſt in ſcharf geſonderte Doppelbilder unter günſtigeren Verhältniſſen. Man hat auch zu dieſem Zwecke den Scheiner'ſchen Verſuch in der Art wiederholt, daß man eine verſchiebbare Spitze durch zwei feine Löcher betrachtet[7]). Alle dieſe Verfahrungsweiſen können nur ungefähre Ergebniſſe liefern.

Farbenzerſtreuung der Ablenkungskörper des 3659
Auges. — Wir haben ſchon §. 3502. geſehen, daß eine paſſende Brechung das einfache gleichartige Licht in ſieben Hauptfarben zerlegt. Wir müſſen die phyſikaliſche Seite dieſes Gegenſtandes von Neuem aufnehmen, um uns klar zu chen, was man unter den Frauenhofer'ſchen Linien verſteht, und welche Folgerungen ſich an ihre Verhältniſſe anſchließen.

. Th. Ruete, Klinische Beiträge zur Pathologie und Physiologie der Augen Ohren. Heft I. Braunschweig, 1843. 8. S. 195.
eſſley, Geſchichte der Optik. Bd. II. S 459.
ng, in den Philosophical Transactions 1801. Part I. p. 35.
ke, in Fechner's Repertorium. Bd. II. Leipzig, 1832. 8. S. 204.
ot, Ebendaſelbſt. S. 205.
mpfer, in den Jahrbüchern des polytechnischen Instituts. Bd. XVII. Wien, . 8. S. 35 — 44. Gehler's physikalisches Wörterbuch. Bd. VIII. Leipzig, . 8. S. 751. Taf. XV. Fig. 319. [7]) Moser, a. a. O. S. 355

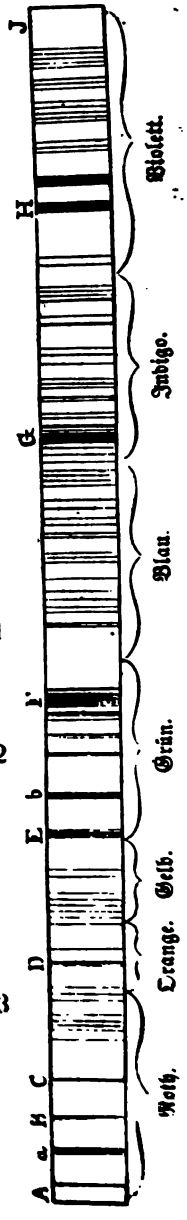
3660 Fängt man einen mittelſt eines Spiegels oder eines Hülfsp
rückgeworfenen Strahl durch eine ſchmale rechteckige Spalte o (Fi
eines dunklen Zimmers auf, leitet ihn durch ein vollkommen ebe

Fig. 262.



ſeiner Kante ſen
hendes Prisma
ſehr reinem Fli
ter geringſter
(§. 3436.), un
tet ſein Bild
achromatiſchen
I, ſo ſieht m
Farbenbilde
Reihe dunkele
regelmäßig ve
nien, wie ei
andeutet.
hatte ſchon e
ben bemerkt.
hofer entde
ſelbſtſtändig,
Verhältniſſe
zeigte zuerſt,
tige Rolle ſp
terſuchung de
hältniſſe übe

Fig. 263.



3661 Die Lage derſelben hängt nicht von de
brechenden Maſſe oder dem Brechungswinkel
ab. Die verſchiedenen Lichtarten führen aber
weichenden Erſcheinungen.

3662 Da die einzelnen Farben des gewöhnliche
auf unmerkliche Art wechſelſeitig übergehen,
her jeder ſichere Anhaltspunkt, die verſchie
kungscoefficienten derſelben zu beſtimmen.
wähnten Linien können dieſe Schwierigkeit b
ſie eine unveränderliche Stellung für dieſelbe
nehmen, ſo braucht man einzelne im Auge
um ſicherer zum Ziele zu gelangen.

3663 Frauenhofer bezeichnete ſieben Hau
den Buchſtaben *B, C, D, E, F, G* und *H*, die
an den entſprechenden Stellen angegeben ſi
det ſich beinahe an dem äußerſten Ende des
der äußerſten Grenze deſſelben in der Nac
Orange, *D* in dieſem und nahe bei Gelb,
aber näher zum Grün, *F* faſt in der Mitt
G in dem Hellblauen, nicht weit vom Dun
im Violett, jedoch ſo, daß dieſes noch eine

ber jene Grenze hinausgeht. *B* bis *C* enthält 9, *C* bis *D* ungefähr 30,
bis *E* 84, *E* bis *F* mindestens 76, *F* bis *G* 185 und *G* bis *H* 190
inien. Rechnet man noch die, welche zwischen *A* und *B* und jenseit *H*
orkommen, zu diesen 574 hinzu, so findet man, daß mehr als 600 in
em farbigen Spectrum vorhanden sind.

Es erklärt sich nun von selbst, was man damit bezeichnet, daß das 3664
Baſſer ein Ablenkungsverhältniß von 1,330935 für *B* und 1,344177 für
F hat. Nr. 157. des Anhanges giebt eine Reihe von Beispielen der von Anhang Nr. 157.
Frauenhofer gefundenen Werthe, die bei physiologischen Untersuchun-
en in Betracht kommen können.

Der Unterschied des Brechungsverhältnisses des am schwächsten ab- 3665
enkenden Roths oder *B* und des am stärksten abweichenden Violetts oder
F heißt die Größe der Zerstreuung. Sie gleicht daher 0,013242 Anhang Nr. 157.
ür Wasser. Der Weingeist hat in dieser Hinsicht 0,011, das Hühnerei-
eiß 0,013, gutes Crownglas 0,020 bis 0,025, reines Flintglas 0,038
is 0,043, der Diamant 0,056, der Sapphir 0,021, der Leim 0,022 und
as Horn 0,025. Jede einzelne Abtheilung des Farbenspectrums kann aber
überdies eigenthümliche Zahlen in dieser Beziehung darbieten.

Derjenige Strahl, dem der arithmetische Durchschnittswerth der Ab- 3666
enkungsverhältnisse aller farbigen Strahlen zukommt, heißt der Strahl
er mittleren Brechbarkeit. Er gehört in der Regel der gelben Anhang Nr. 157.
Farbe an und fällt fast immer zwischen *E* und *F*. Sein Werth beträgt
z. B. 1,336480 für Wasser, 1,532556 bis 1,564668 für das erwähnte
Crown- und 1,617150 bis 1,659157 für das Flintglas. Er befindet
ich daher in dem letzteren Falle ausnahmsweise zwischen *F* und *G*.
Manche Forscher legen aber die Zahl, die *E* zukommt, allen solchen Be-
timmungen zum Grunde.

Man findet die zerstreuende Kraft oder das Zerstreuungs- 3667
vermögen, wenn man die Größe der Zerstreuung durch das um 1 ver- Anhang Nr. 157.
minderte Brechungsverhältniß des Strahles der mittleren Ablenkung theilt.
Das Wasser hat daher 0,03668, das oben angeführte Crownglas 0,0383
bis 0,0437 und das Flintglas 0,0621 bis 0,0657. Wir sehen zugleich
hieraus, daß das Zerstreuungsvermögen des Flintglases mindestens mehr
als ein halb Mal stärker, wie das des Crownglases ist. Die allgemeinen Anhang Nr. 158 und 159.
Gleichungen, welche man diesen Betrachtungen zum Grunde legt, erklären
es, weshalb man hier die Größe der Zerstreuung mit dem um 1 vermin-
derten Brechungsverhältnisse in Beziehung bringt.

Das hellste Gelb besitzt die größte Lichtstärke unter allen Farben des 3668
Spectrums. Setzt man sie gleich 100, so beträgt nach Frauenhofer
die des äußersten Roths 3,2%, des Orange 6,4%, des Grüns 48%, des
Hellblau 17%, der Uebergangsstelle des Blau und Violetts 3,1% und der
Mitte des Violetts 0,56%.

Dringt weißes Licht in ein neues Mittel ein, so werden die einzel- 3669
nen ihm entsprechenden farbigen Strahlen ihres verschiedenen Ablenkungs-
verhältnisses wegen in ungleichem Grade gebrochen oder zerstreut (§. 3339.).
Es läßt sich zeigen, daß dieser Umstand keine wesentliche Störung herbei-

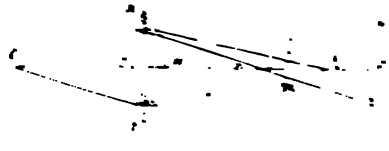
führt, so wie das Licht durch eine mit parallelen Oberflächen v
Masse, die vorn und hinten von demselben Mittel umgeben wird
geht. Ist dieses nicht der Fall, so macht sich die Wirkung der
zerstreuung in merklicher Weise geltend.

3670 Nehmen wir z. B. an, *ab*, Fig. 264., sei eine von ebenen p
Oberflächen begrenzte Glasplatte,
ein weißer Lichtstrahl *li*, der sc
fällt, in einen farbigen Strahlenbü
zerlegt. Das äußerste Roth, wel
geringste Ablenkungsverhältniß h
spricht *ir*, und das äußerste Vi
der größte Brechungscoefficient
iu. Ein zweiter *li* paralleler
giebt auf gleiche Weise *i'r'u'*. Diese Lichtbüschel treten aber wie
sich und mit *li* und *l'i'* parallel hervor (§. 3428.) Da der Lic
den wir auffassen, nicht von einem, sondern von einer Reihe d
einander liegender Strahlen herrührt (§. 3350.), so vermische
einzelnen farbigen Bündel *ee*, *e'e'* u. s. f. so mit einander, daß w
gesehen wird (§. 3367.).

Fig. 264.

3671 Sind die Grenzflächen des Ablenkungskörpers nicht parallel
die ungleiche Brechbarkeit der farbigen Strahlen einen bedeutend
Fluß gewinnen. Die Vereinigungsweite einer Linse hängt nicht
den Krümmungshalbmessern und der Dicke, sondern auch von dem
verhältnisse ab. Nehmen wir an, *db*, Fig. 265., sei eine gleichart
die vorn und hinten von
Mittel begrenzt ist und de
die Lichtstrahlen stärker ab
c ein Leuchtpunkt, von de
gel divergirender Strahl
Lichtes *cb* und *cd* ausgeh
ben die äußersten violetten
denen das größte Brechun
niß zukommt, die kürzere Vereinigungsweite *dg* und die äußerst
denen der schwächste Ablenkungscoefficient angehört, die lange
weite *ds*. Wir erhalten daher eine farbige Längenabw
gs und einen Durchmesser *ie*, eines farbigen Zerstreuung
Die Gesammtstörung, die auf diesem Wege zu Stande kommt,
farbige oder die chromatische Abweichung oder die Abw
wegen der Farbenzerstreuung. Man sieht, daß man hie
lichen Ausdrücken und Verhältnissen, wie bei der Abweichung
Kugelgestalt der Linsen gelangt (§. §. 3409. und 3442

Fig. 265.



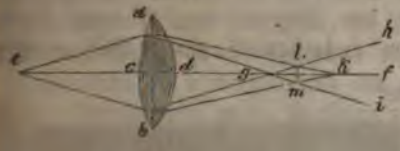
3672 Denken wir uns eine gleichartige, stärker brechende, doppel
Linse sei vorn und hinten von demselben Mittel umgeben,
sich ihre farbige Längenabweichung nach dem Zerstreuungs
und ihrer Hauptbrennweite. Eine Linse mit stärkerer Krümm
eine bedeutendere Längenabweichung. Kommen die Strahlen

endlichen Entfernung, so vermehrt sich jene verhältnißmäßig mit der Vergrößerung der Vereinigungsweite oder der Annäherung des Gegenstandes.

Der Halbmesser des farbigen Abweichungskreises gleicht dem Producte 3673
der halben Oeffnungsweite und des Zerstreuungsvermögens, so wie parallele Strahlen auffallen. Der Werth ist daher hier von der Hauptbrennweite unabhängig. Befindet sich dagegen der Leuchtpunkt in einer endlichen Entfernung, so findet man den Halbmesser der Längenabweichung, wenn man die für parallele Strahlen gültige Größe mit den Quotienten der endlichen Vereinigungsweite und der Hauptbrennweite vervielfältigt. Anhang Nr. 158. Gleich. Nr. 4 u. Nr. 3.

Da die rothen Strahlen den schwächsten und die violetten den stärk- 3674
sten Ablenkungscoefficienten besitzen, so ergiebt sich von selbst, daß sich jene am weitesten von der Linse entfernt in k, Fig. 266., und diese ihr am nächsten g vereinigen, sobald die Strahlen ed und eb von einem jenseit der Hauptbrennweite befindlichen Punkte e ausgehen, divergirend auffallen und ihren wechselseitigen Brennpunkt hinter der Linse haben. Befindet sich dagegen der Leuchtpunkt zwischen dem Hauptbrennpunkt und der Linse, so daß das virtuelle Bild vor dieser bleibt (§. 3458.), so vereinigen sich umgekehrt die rothen Strahlen früher, als die violetten. Wir erhalten das Gleiche für eine doppelt concave Linse, welche convergirende Strahlen aufnimmt und hinter ihrer Hinterfläche jenseit der Hauptbrennweite vereinigt. Erhält sie divergirende Strahlen, so liegt ihr die negative Brennweite der am stärksten brechbaren violetten Strahlen näher, als die der rothen.

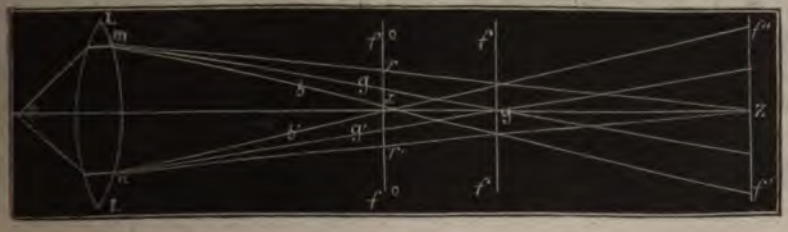
Fig. 266.



Man sollte auf den ersten Blick vermuthen, daß jedes Bild einer 3675
chromatischen Linse Punkt für Punkt gefärbt sein müsse. Die Beobachtung lehrt aber, daß nur die Ränder diese Störung darbieten. Dreierlei Verhältnisse vereinigen sich, um dieses Ergebniß möglich zu machen.

Gesetzt, bb', Fig. 267., seien die violetten oder blauen, gg' die

Fig. 267.

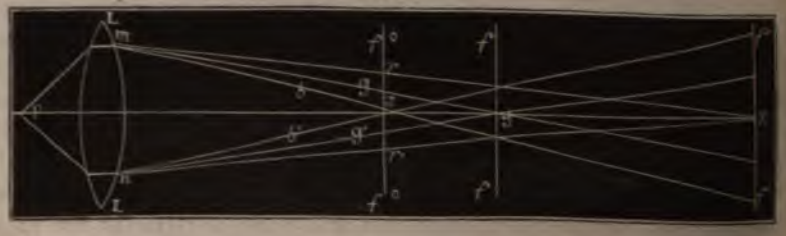


mittleren gelben und rr' die rothen Strahlen, die wir durch einen Schirm ff auffangen, so drängen sich die Strahlen der mittleren Brechbarkeit bei

y am stärksten zusammen, während sich die äußersten über einen immer ausgedehnteren Raum verbreiten und deshalb an Erleuchtungskraft verlieren (§. 3399.). Die violetten Strahlen, die von einer Seite der Linie kommen, z. B. $b'f'$, durchkreuzen sich überdies mit den rothen rz, die der anderen angehören. Die Wirkung schwächt sich natürlich hierdurch. Wir haben endlich §. 3668. gesehen, daß gerade die Strahlen der mittleren Brechbarkeit an und für sich die größte und die äußersten Farbenstrahlen die kleinste Lichtstärke besitzen. Es wird daher schon die Mitte eines jeden einzelnen Punktes bevorzugt sein. Die flächenhafte Ausdehnung entsteht aber dadurch, daß sich Punkt für Punkt eng zusammendrängt. Es fallen dann schwächer erleuchtete Farbenstellen des einen auf lichtstärkere des anderen. Farben, die sich gegenseitig ergänzen, decken sich an vielen Orten. Unser Auge nimmt daher eine scheinbar weiße hellste Mittelfläche wahr.

3676 Fangen wir das Bild außerhalb der Grenzen der Strahlen der mittleren Brechbarkeit auf, so werden sich die Farben mit der Verschiedenheit der Verhältnisse ändern. Rücken wir den Schirm von ff nach $f''f''$, Fig. 268., so haben wir Roth in dem äußersten Saume. Gehen wir

Fig. 268.



dagegen von ff nach $f'f'$ zurück, so wird Blau oder Violett den Farbenrand begrenzen. Man sieht zugleich, daß die Lichtstärke in beiden Fällen abnehmen muß.

3677 Eine einzige einfache Linse kann die Nachtheile der Farbenzerstreuung nicht aufheben. Es ist aber möglich, dieses Ziel mittelst der Verbindung mehrerer Linsen annähernd zu erreichen. Solche Gläser heißen achromatische Linsen.

3678 Newton[1]) glaubte gefunden zu haben, daß die Farbenzerstreuung der Brechung in allen Körpern proportional sei. Er hielt daher den Achromatismus für unmöglich. Es wird sich aus der späteren Darstellung der Verhältnisse ergeben, daß dieser Schluß des großen Forschers vollkommen richtig gewesen wäre, wenn sich die Thatsache, die ihm zum Grunde lag, bestätigt hätte. Euler[2]) nahm an, daß eine Linsenverbindung achromatisch sein könne, weil diese Aufgabe in unserem Auge gelöst

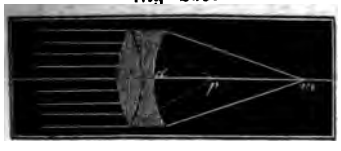
[1]) I. Newton, Optice I. Ed. Clarke. Londini 1706. 4. p. 66 fgg.
[2]) Euler, in der Histoire de l'Academie des sciences et belles lettres. Année 1747. Berlin, 1749. 4. pag. 279.

. Es ließe sich sonst kein Grund angeben, weshalb die Natur unser
:sichtswerkzeug mit einer Reihe von Linsen und nicht mit einer einzigen
n genügendem Ablenkungsverhältniß versehen habe. Newton glaubte
on, daß die Abweichung wegen der Kugelgestalt zu einem großen Theile
oben werden könnte, wenn man eine Hohllinse mit einer Flüssigkeit,
B. mit Wasser füllte. Euler bemühte sich zunächst, diesen Gedanken
: die Herstellung achromatischer Linsen fruchtbar zu machen. Aeltere
d neuere Erfahrungen haben jedoch vielfach gelehrt, daß die praktische
sführung dieser Vorschrift auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt
d daß man keine dauerhaften Vorrichtungen auf diesem Wege erhalten
an.

Nachdem Klingenstierna die mathematische Seite der Frage vor- 3679
reitet und Hell schon vor Euler's erster Mittheilung ein achromati-
es Fernrohr verfertigt hatte, kam Dollond auf den Gedanken, die
iden Linsen aus verschiedenen Glasarten, die in ihrem Zerstreuungs-
rmögen stärker, als in ihrem Brechungsverhältniß abweichen, nämlich
s Crown- und Flintglas, zu bereiten. Diese Entdeckung gab Euler[1])
:ranlassung, den Gegenstand mit seinem ausgezeichneten mathematischen
harfsinn zu verfolgen und für alle Zeiten zu befruchten.

Denken wir uns, es fielen parallele Strahlen auf eine doppelt con- 3680
re Glaslinse, so werden sich die violetten Strahlen früher, als die
hen hinter ihr vereinigen (§. 3675.). Bringen wir eine doppelt con-
e Linse unmittelbar hinter der ersten, wie es Fig. 269. zeigt, an, so

Fig. 269.



empfängt sie convergirende Strahlen. Die rothen treffen aber dann früher, als die violetten zusammen (§. 3674.). Wir haben mithin einen der Wirkung der ersten Linse entgegengesetzten Einfluß. Die Farbenzerstreuung kann unter diesen Verhältnissen mittelst geeig-
ter Bedingungen verkleinert werden.

Nehmen wir an, beide Linsen beständen aus der gleichen Glasart, so 3681
ürden sie zwar die Farbenzerstreuung aufheben können. Es gingen aber
eichzeitig die Vortheile der Brechung verloren. Die hintere Linse würde
e durch die vorderen convergirend gemachten Strahlen zum Parallelis-
us zurückführen. Aenderte sich das Zerstreuungsvermögen in gleichem
erhältniß mit dem Brechungscoefficienten, so wäre der Achromatismus,
ie Newton richtig schloß (§. 3678.), eine Unmöglichkeit. Wir haben
er schon früher bemerkt, daß eine solche Gleichförmigkeit der beiderseiti-
n Beziehungen nicht stattfindet.

Der Ablenkungsinder des schwächeren Crownglases gleicht 1,533 und 3682
as Zerstreuungsvermögen desselben 0,0383. Das stärkere bleihaltige

[1]) Euler, in der Histoire de l'Académie des sciences et belles lettres. Année 1767. Berlin. 1769. 4. pag. 131 — 164. Novi Commentarii Petropolitani. Vol. 18. pag. 415. Acta Academiae Petrop. Petropoli 1777. pag. 174.

Flintglas hat dafür 1,659 und 0,0657 (§§. 3666. und 3667.). Da chungsverhältniß steigt daher um 8,2% und das Zerstreuungsver um 71,4% des Grundwerthes. Dieses giebt die Möglichkeit an die achromatische Linsenverbindungen zu verfertigen. Man kann einen Theil der Farbenzerstreuung beseitigen, ohne daß man auf die Ve der Ablenkung zu verzichten braucht.

3683 Besteht die vordere doppelt convere Linse aus Crown- und d tere doppelt concave aus Flintglas, so muß die zweite Linse g Krümmungshalbmesser oder schwächere Krümmungen darbieten, wenn durch die erste bewirkte Farbenzerstreuung aufheben soll, weil sie a für sich ein größeres Zerstreuungsvermögen besitzt. Da aber ihr chungsverhältniß nicht in gleichem Maaße wächst, so behält die C linse einen Ueberschuß von Brechung. Die parallelen Strahlen daher in einen Brennpunkt vereinigt.

3684 Es ergiebt sich schon aus diesen Betrachtungen, daß die zweite die Brennweite vergrößert, daß mithin die Gesammtthätigkeit der verbindung in dieser Beziehung schwächer, als die der vorderen Conv ausfällt. Hätte z. B. die erste ihren Brennpunkt in p, Fig. 270., so

Anhang Nr 158. Gleich. Nr. 1 u. 2.

Fig. 270.

die Vereinigungsweite der beid gen Verbindungen dm gleichen. Formeln lehren überdies, da zweite doppelt concave Flintgl eine größere Brennweite als di pelt convere Crownglaslinse und daß sich ihre beiderseitigen brennweiten wie ihre Zerstreu vermögen verhalten müssen. Sollte unter diesen Verhältnissen ein senverbindung zerstreuend wirken, so müßte die Zerstreuungslins Crown- und die Sammellinse von Flintglas verfertigt werden.

3685 Wir haben §. 3665. gesehen, daß das Zerstreuungsvermöge Farbe zu Farbe wechselt. Da man aber bei zwei Linsen nur das m Brechungsverhältniß und eine Strahlenart oder zwei Gattunge Farbenstrahlen berücksichtigen kann, so folgt, daß kein vollständiger matismus erreicht zu werden vermag. Es zeigen sich dann immer Nebenfarben, die man mit dem Namen des secundären Spect bezeichnet. Sollte dieser Uebelstand aufgehoben werden, so müßte eine sehr große Reihe von einzelnen Linsen oder Linsenschichten w Wäre aber auch eine solche Vorrichtung möglich, so würde sie immer ein anderes Hinderniß nicht aufheben. Da sich die Vereinigungsweit der Verschiedenheit der Entfernungen ändert, so ergiebt sich, daß der matismus immer nur für eine Art von Abständen passen kann. begnügt sich in der Regel, die störendsten Farben, wie das helle Orange und das starke Dunkelblau fortzuschaffen und ein schwächer cundäres Spectrum übrig zu lassen.

3686 Wenden wir diese Gesetze auf das Auge an, so läßt sich von herein vermuthen, daß dieses nicht völlig achromatisch sein und daß

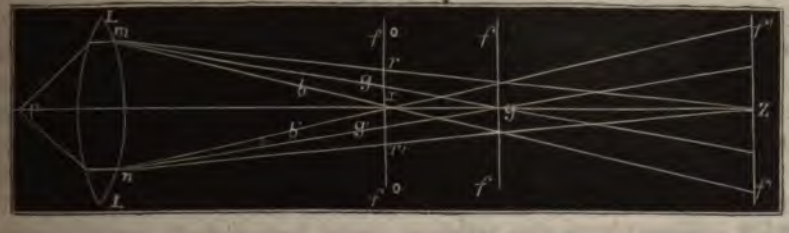
Chromasie mit dem Abstande der Leuchtpunkte wechseln wird. Die Erfahrung bestätigt diese Voraussetzung.

Frauenhofer, Vallée und Lehot haben schon die Bemerkung 3687
gemacht, daß unser Gesichtswerkzeug eine andere Vereinigungsweite für rothe, als für violette Strahlen besitzt. Beleuchtet man ein Glasmikrometer mit rothem Lichte, das *B* des Sonnenspectrums entspricht, so bemerkt man die Theilstriche nach Matthiesen[1]) in einer wesentlich anderen Entfernung, als wenn blaues Licht, *G*, einwirkt. Denkt man sich die Ablenkungskörper des Auges zu einer Linse verbunden, so hat diese nach jenem Forscher 1,3634 für *B*, 1,37 für *C* und 1,3734 für *G*. Das Zerstreuungsvermögen gleicht daher 0,0131 für diese Grenzen. Wasser Anhang Nr. 157.
giebt nach Frauenhofer 0,0104 für dieselben Beziehungen (§. 3665.). Matthiesen[2]) nimmt an, daß sich das Zerstreuungsvermögen der Brechungskörper des Auges dem des gewöhnlichen Flintglases nähern.

Liegen die betrachteten Gegenstände innerhalb der Grenzen der Seh- 3688
weite, so giebt ein gesundes Auge keine regelwidrigen Farbensäume. Diese treten aber unter günstigen Verhältnissen sogleich hervor, so wie jene Marken überschritten werden. Weitsichtige bemerken im Allgemeinen die Unregelmäßigkeiten leichter, als Kurzsichtige.

Die Nadel z. B., die ich in dem Scheiner'schen Versuche (§. 3651.), 3689
in allzugroßer Nähe betrachte, ist in ihrem Doppelbilde nach innen zu gelbröthlich und nach außen hin bläulichviolett gefärbt. Da hier die Vereinigungsweite zu sehr nach hinten, nach $f'f'$, Fig. 271., rückt, so kom-

Fig. 271.



men die lichtschwachen rothen Strahlen (§. 3668.) nach z, die lichtstärkeren nach außen vor ihnen und die bläulichvioletten nach f'. Betrachtet man die Nadel aus zu großer Ferne, so sollten die umgekehrten Farbensäume auftreten, weil jetzt gleichsam der auffangende Schirm des Auges nach $f^0 f^0$ rückt. Da sich aber hier die Lichtstärke wegen der Vergrößerung des Abstandes verkleinert, so entgehen oft die farbigen Säume dem kurzsichtigen Auge. Es ergiebt sich zugleich hieraus, daß scharfsichtigere Menschen in dieser Beziehung bevorzugt sind.

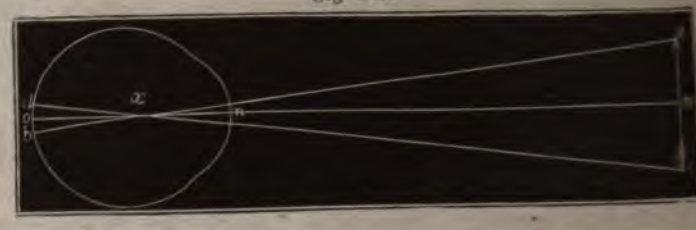
---

[1]) A. Matthiesen, in den Comptes rendus de l'Academie des sciences. T. XXIV. Paris, 1847. 4. pag. 875.
[2]) Matthiesen, Ebendaselbst pag. 876. Poggendorff's Annalen. Band LXX. Leipzig, 1847. 8. Seite 578 — 581.

Eine ausgedehnte Reihe von Einzelversuchen über die Chromasie des Auges findet sich bei Tourtual in Meckel's Archiv. 1830. S. 145 — 177. Vgl. auch dessen Aufsatz in dem medicinischen Correspondenzblatte rheinischer und westphälischer Aerzte. Bd. III. Bonn, 1844. S. 123 — 130. A. Niedt, De dioptricis oculi coloribus epiopia polyopia. Berolini 1842. 8. p. 10 fgg. Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Braunschweig, 1846. 8. S. 294.

3690 **Kleinste Größen der Netzhautbilder und der Gesichtswinkel.** — Kennen wir die Krümmungen und die Brechungsverhältnisse der Ablenkungskörper eines Auges, so sind wir auch im Stande, die Ausdehnung des entsprechenden Netzhautbildes db, Fig. 272., die Größe des

Fig. 272.



Anhang Nr. 145 u. 146. Gesichtswinkels axc und die Lage des optischen Mittelpunktes x, mit einem Worte, alle hier in Betracht kommenden Werthe, wenigstens unter der Voraussetzung der Kugelgestalt der Augenlinsen zu berechnen (§. 3559 f.). Da wir aber jene Grundzahlen im lebenden Auge nicht zu ermitteln im Stande sind, so bleibt es auch unmöglich, vollkommen genügende Bestimmungen, die aller willkürlichen Grundlagen entbehren, zu erhalten.

3691 Man hilft sich in der Regel dadurch, daß man den optischen Mittelpunkt x an einen bestimmten Ort, in die Mitte des Sehloches oder in die Halbirungsstelle der äußeren Augenachse für alle Abstände verlegt (§. 3559.). Wir haben aber schon §§. 3561. und 3562. gesehen, daß er wenigstens da, wo eine genauere Berechnung möglich ist, an keinem dieser beiden Orte liegt und daß seine Stellung, wenn auch in untergeordnetem Maaße, mit der Mannichfaltigkeit der Abstände der Leuchtpunkte wechselt. Nimmt man eine beliebige, wenn auch noch so wahrscheinliche Lage des optischen Mittelpunktes an, erlaubt man sich, Verhältnisse desselben, die man an einem genau gemessenen todten Auge gefunden, auf die Gesichtswerkzeuge eines lebenden Menschen überzutragen, so verliert man die Sicherheit, die scharfe Bestimmungen mit Recht fordern können. Alle Zahlen, die man für die kleinsten Werthe der Netzhautbilder und der Gesichtswinkel angegeben hat, dürfen daher nur auf annähernde Gültigkeit im günstigsten Falle Anspruch machen.

3692 Fielen auch diese Schwierigkeiten hinweg, so müßten sich abweichende Größen für verschiedene Augen ergeben. Die Lichtstärke des Netzhautbildes und die Empfänglichkeit der Gesichtswerkzeuge bestimmen in wesentlicher Weise, ob ein kleiner Gegenstand wahrgenommen wird oder nicht. Eine stumpfere Netzhaut hat hellere Bilder, als eine schärfere nöthig. Diese Bedingung hängt von der Beleuchtung, der Lichtzerstreuung, der

lanze, der Farbe, dem Verhältnisse der Größe und der Entfernung des egenstandes, der Weite des Sehloches, der Durchsichtigkeit der Atmo- häre und den optischen Eigenschaften der Brechungskörper des Auges b. Hell beleuchtete, glänzende oder sehr schmale Körper können noch adurch günstig wirken, daß sie auf dem Wege der Interferenz an Leucht- aft oder an scheinbarer Größe gewinnen oder daß sich ihre Netzhaut- ilder durch die Erscheinungen der Irradiation oder der Ausstrahlung, ie uns später beschäftigen werden, vergrößern. Rechnet man nun noch inzu, daß die Schärfe der Gesichtswerkzeuge von Person zu Person wech- lt, daß sie selbst an beiden Augen eines Menschen abweicht, so wird man ugeben, daß sich hier keine allgemein gültigen Werthe auffinden lassen.

Eine andere sich anschließende Frage kann eher ihrer Lösung nahe 3693
ebracht werden. Die Netzhaut enthält Nervenfasern, Nervenkörper und ie Körperchen ihrer Körnchenlage als gröbere Gewebtheile. Man kennt ie durchschnittlichen Breiten dieser eigenthümlichen Gebilde. Es fragt ch daher, ob ihre Größe die Ausdehnung der kleinsten Netzhautbilder estimmt, ob diese wenigstens zwei oder mehrere Elementartheile berühren üssen, wenn ein flächenhafter Eindruck zu Stande kommen soll, oder ob in Gewebtheil hinreicht, diese Thätigkeit zu vermitteln.

Wir haben §. 3316. gefunden, daß der Durchschnittswerth des Dreh- unktes meines linken Auges 11,9 Mm. hinter dem vorderen Ende der meren Sehachse liegt. Meine äußere Augenachse würde hiernach unge- ihr 23,8 Mm. betragen (vgl. §. 3274.). Der optische Mittelpunkt be- ndet sich wahrscheinlich immer vor dem Drehpunkte (§§. 3561. 3562.). Sollten wir ihn in diesen versetzen, so würden wir ein zu kleines Netz- autbild erhalten. Verlegten wir ihn dagegen an das vordere Ende der meren Sehachse — einen Ort, zu dem er bei der gewöhnlichen Thätig- it der Gesichtswerkzeuge nie gelangen kann — und erhielten wir dessen- ngeachtet kleinste Netzhautbilder, deren Ausdehnung die Breite der Ner- enfasern, der Nervenkörper und der Elemente der Körnchenschicht nicht reicht, so wäre unsere Aufgabe beantwortet.

Betrachtete ich einen Glasstrich, dessen Breite 0,007 Mm. betrug, 3694
nter günstigen Bedingungen in hellem Sonnenlichte, so erkannte ich ihn och in einer Entfernung von 56 Centimeter mit vollkommener Deutlich- it. Nehmen wir nun selbst das Unmögliche an, daß xo (Fig. 272.) 3,8 Mm. betrug, so finden wir 0,0003 Mm. für die Größe des Netz- autbildes. Der mittlere Durchmesser der feinsten Nervenfasern der Netz- aut kann zu 0,0030, der der Nervenkörper zu 0,0149 und der der Kör- erchen der Körnchenschicht zu 0,0095 angeschlagen werden. Das offenbar u groß berechnete Netzhautbild war daher noch schmaler, als eine der lervenfasern, die zu den feinsten unter den gröberen Gewebtheilen der Netzhaut gehören. Wir können hieraus mit Wahrscheinlichkeit schließen, aß wir noch Gegenstände, deren Bilder schmaler, als jene gröberen Be- landtheile der Nervenhaut sind, mit Deutlichkeit auffassen. Denn die eringe Länge des Striches und die durch Interferenz bedingte Verbreite- ung des Bildes waren kaum im Stande, den Unterschied zu decken.

3695 Gehen wir von der Größe des Gesichtswinkels aus, so gelangen zu dem gleichen Ziele. Die feinsten Nervenfasern bilden die schma Gewebtheile unter den gröberen Elementen der Netzhaut. Berechnen ihre Breite zu 0,003 Mm. und nehmen an, der optische Mittelpunkt Anhang Nr. 146. 13,5 Mm. vor dem hinteren Ende der inneren Sehachse, so müßte Gesichtswinkel 45,8 Secunden betragen, wenn das Netzhautbild Durchmesser von 0,003 Mm. erreichen sollte. Wir werden aber in Folge finden, daß noch bedeutend kleinere Gesichtswinkel unter den ü wegs günstigsten Bedingungen des Sehens vorkommen können.

Vergleichen wir die verschiedenen Angaben, welche die einzelnen Forscher ü kleinsten Werthe der Durchmesser der Nervenfasern der Netzhaut gemacht haben, den wir, daß die von Krause [1]) die niedrigste Größe erreicht. Die dunklen messen nach ihm $^1/_{1000}$ Pariser Linien oder 0,0023 Mm. Der Gesichtswinkel, d Voraussetzung entspricht, beträgt 34,5 Secunden. Der zuletzt erwähnte Wahrs keitsschluß verhielt daher selbst nicht seine Gültigkeit für diese Annahme.

3696 Gehen wir zu den Werthen, die mein linkes, etwas kurz- scharfsichtiges Auge für die kleinsten Größen der Netzhautbilder u Gesichtswinkel ergeben hat, so müssen wir zunächst die Einflüsse suchen, welche die willkürliche Wahl der Lage des optischen Mittel auf die Endergebnisse ausübt. Die halbe Augenachse der 50jährigen an deren Gesichtswerkzeugen wir den Ort des optischen Mittel bestimmt haben (§. 3561.), glich 11,5 Mm. Der Kreuzungspun Anhang. Nr. 146. Richtungslinien lag dabei 8,4 Mm. hinter dem vorderen Ende de achse für 42 Centimeter Abstand des Leuchtpunktes. Verhielte sich Auge, dessen halbe Achse 11,9 Mm. beträgt, in derselben Weise, so mein optischer Mittelpunkt 8,7 Mm. hinter der Mitte der Hornh gen. Rechnen wir mit Krause 1,6 Mm. für die Dicke der harten der Aderhaut und der Netzhaut an dem hinteren Ende der Aug so würde der optische Mittelpunkt 13,5 Mm. von dem gelben Fl stehen. Nehmen wir dagegen an, daß jener mit dem Drehpunkt mit dem vorderen Ende der Augenachse zusammenfalle, so werd die Grenzwerthe, die eine fehlerhafte Bestimmung der Lage des Mittelpunktes liefern kann, erhalten.

3697 Vollführen wir die Rechnung für das §. 3694. angeführte B Anhang Nr. 146. so finden wir:

Lage des optischen Mittelpunktes in Millimetern.		Größe des gesehenen Gegenstandes in Mm.	Entfernung des Leuchtpunktes in Millim.	Ausdehnung der Netzhautbilder in Millim.	Ge
hinter dem vorderen Ende der Sehachse	vor der Mitte des gelben Fleckes				
8,7	13,5	0,007	560	0,000166	0,0
11,9	10,3	0,007	560	0,000126	0,0
0,0	22,2	0,007	560	0,000277	0,0

[1]) F. H. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. II. Ha 1842. Seite 837.

Wir sehen hieraus, daß sich die Werthe der Netzhautbilder, wie es
hon aus den allgemeinen Formeln von selbst ergiebt, mit dem Wechsel Anhang Nr 160.
Stellung des optischen Mittelpunktes in verhältnißmäßig bedeutendem
je ändern. Der Gesichtswinkel leidet in unserem Beispiele weniger, weil
bstand des Leuchtpunktes immer noch sehr groß im Vergleich zu der
chnung des Gegenstandes und der hypothetischen Verrückung des op-
n Mittelpunktes ist. Wir werden aber vermuthlich der Wahrheit am
en kommen, wenn wir den Kreuzungspunkt der Richtungslinien
Mm. hinter das Vorderende der Sehachse und 13,5 Mm. vor die
des gelben Fleckes verlegen.

Es versteht sich von selbst, daß die günstigste Sehweite eines Auges 3698
einsten möglichen Werthe des Netzhautbildes und des Gesichtswinkels
n muß, weil hierbei die Zerstreuungskreise am wenigsten oder gar
stören und die Lichtstärke ihren verhältnißmäßig höchsten Grad er-

Mein linkes, in geringem Grade kurzsichtiges Auge, das sonst
sieht und das ich vorzugsweise zu mikroskopischen Beobachtungen
uche, bemerkte noch unter den günstigsten Verhältnissen einen Glas- Anhang Nr. 160.
dessen Netzhautbild $1/6000$ Mm. und dessen Gesichtswinkel nicht ganz
runden betrug. Keine andere Betrachtungsweise lieferte mir so un-
kende Ausdehnungen der sichtbaren Gegenstände.

Die Einflüsse der Lichtstärke geben sich aber schon unter diesen gün- 3699
n Bedingungen deutlich zu erkennen. Die nöthigen Größen der Netz-
ilder wachsen auf der Stelle, so wie die Beleuchtung irgendwie ab-
t, so wie man z. B. helles Tageslicht statt des Sonnenlichtes be-

Betrachtet man den Zwischenraum zweier Glasstriche eines Mikro- Anhang Nr. 160.
s, so wird sogleich ein größerer Gesichtswinkel zur genauen Wahr-
ng nöthig. Sein Werth braucht weniger zu wachsen, wenn die
e geschwärzt sind, als wenn diese Nebenbedingung mangelt.

Will man überhaupt die uns hier beschäftigenden Verhältnisse unter- 3700
, so muß man vor Allem kreisförmige oder höchstens quadratische
r dem Auge vorlegen, weil diejenigen Gegenstände, in denen der
Durchmesser in bedeutendem Grade vorherrscht, zu sehr schwankenden
nissen führen. Denken wir uns, sie seien sehr lang und schmal, so
den sie aus dem Gesichtsfelde, unter Winkeln, die für ihre Breite Anhang Nr. 160.
lein und für ihre Länge auffallend groß sind. Dieses Gesetz kehrt
s Nahesehen in ähnlicher Weise, wie für das geeignete Fernsehen
. Es wiederholt sich für weiße matte Streifen, wie für polirte
ldrähte. Wir müssen hieraus schließen, daß die feine Linie des
utbildes eine gewisse Breite trotz ihrer Länge nöthig hat, wenn sie
upt wahrgenommen werden soll.

Der Einfluß des Glanzes läßt sich an kleinen Silber- und Gold- 3701
, wie sie zu Verzierungen gebraucht werden, am leichtesten verfol-
Wählt man z. B. zwei matt polirte Blättchen, die nur geringe Un-
ede für die unmittelbare Betrachtung darbieten, so reichen diese doch
hin, den kleinsten entsprechenden Gesichtswinkel in merklicher Weise

passenden Brille hier dem Weitsichtigen im Allgemeinen mehr nü dem Kurzsichtigen. Bedient sich dieser eines Hohlglases, um en Punkte deutlich zu sehen, so beseitigt er zwar die Zerstreuungsk sonst seine Auffassung schwächen würden. Er verliert aber zu Lichtstärke. Ein Weitsichtiger, der eine Converbrille vor seinem A um kleine und nahe Gegenstände deutlich zu erkennen, gewinnt einigungsweite und überdieß noch an Lichtstärke. Es versteht gegen von selbst, daß ein Mangel an Schärfe des Gesichts diesen nicht unnütz machen darf. Hat ein Mensch, der im Allgemeine gut in die Nähe, als in die Ferne sieht, ein schwaches Conver den Augen, so kann er in der Regel die Gegenstände unter sel Gesichtswinkeln besser, als früher, auffassen.

Man wird häufig bemerken, daß zwei Personen, die in geringem Grad sind, Zerstreuungsbrillen von verschiedener Schärfe gebrauchen, wenn auch ih ten nur in untergeordnetem Maaße abzuweichen scheinen. Die größere od Lichtstärke der Bilder, die ihre Augen brauchen oder an die sie sich gewöhnt nen diesen Widerspruch erklären.

3709 **Künstliche Vergrößerung des Gesichtswinkels.** – giebt sich aus dem früher Dargestellten, daß viele sehr entfernt ihrer bedeutenden Abstände wegen und zu kleine nahe Gegenstä geringen Umfanges halber dem Blicke entgehen müssen. Unpass einigungsweiten, unzureichende Gesichtswinkel oder beide Uebel gleich können in diesen Fällen die Thätigkeit der Gesichtswerkzeug

3710 Die optischen Instrumente, die wir unter dem Namen der und der Mikroskope kennen, helfen diesem Nachtheile dadurch ab das Bild des Gegenstandes in die natürliche Sehweite versetze gleich den Gesichtswinkel verhältnißmäßig vergrößern. Da die Eigenschaften des Mikroskopes dem Anatomen und dem Arzte näh so wollen wir die Grundgesetze, die hierbei in Betracht kom durchgehen.

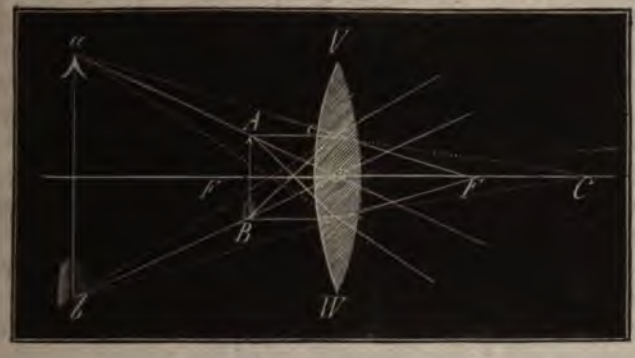
Das Mathematische der Verhältnisse, welche die Fernröhre darbieten, z. B. in J. J. Littrow, Dioptrik oder Anleitung zur Verfertigung der Wien, 1830. 8. S. 170 fgg. und 241 fgg. Vergl. auch A. Baumgartner turlehre. Supplementband, den mathematischen und experimentellen Theil Wien, 1831. 8. S. 591 fgg. J. J. Prechtl, Praktische Dioptrik als voll gemeinfaßliche Anleitung zur Verfertigung achromatischer Fernröhre. Wien S. 154 fgg. A. Kunzeck, Die Lehre vom Licht. Lemberg, 1836. 8. C Radicke, Handbuch der Optik. Bd. II. S. 320 fgg.

3711 Wir haben schon §. 3458. gefunden, daß sich ein Gegenst Fig. 273., den wir durch eine Lupe VW vergrößert sehen so schen dem Hauptbrennpunkte F und dem optischen Mittelpunkte C VW befinden muß. Liegt das Bild ab in den Grenzen der Sehweite, so wird es mit der nöthigen Schärfe wahrgenomme können.

3712 Vernachlässigen wir die Dicke der Linse VW, nehmen wir für unsere Betrachtung vorläufig als unendlich dünn an, so kö den optischen Mittelpunkt des Auges in den der Lupe oder in O

Der wahre Gesichtswinkel des Gegenstandes AB gleicht dann AOB. Denken wir uns dagegen, AB rücke nach ab fort, ohne an Umfang zuzunehmen, so würde sein Sehwinkel beträchtlich abnehmen. Vergrößert dagegen die Linse AB zu ab, so fällt dieser Unterschied hinweg. Die Wirkung besteht also darin, daß die durch die bedeutendere Entfernung bedingte Verkleinerung des Gesichtswinkels mittelst der Vergrößerung des Bildes aufgehoben oder jener verhältnißmäßig erweitert wird. Der Wechsel des Abstandes regelt zugleich die Vereinigungsweite, so daß das Auge das Bild mit gehöriger Deutlichkeit erkennt. Anhang Nr. 161.

Fig. 273.



Die wahre Größe AB, Fig. 273., verhält sich zur scheinbaren ab, 3713
wie die Tangente des Gesichtswinkels, den AB in jener weiteren Entfernung haben würde, zur Tangente des Winkels, den AB in seiner wirklichen Stellung besitzt. Handelt es sich nur um centrale Strahlen, so bleiben die Winkel so klein, daß man sie selbst ohne erheblichen Fehler statt ihrer Tangenten setzen kann. Die beiderseitigen Gesichtswinkel liefern daher das nächste Maaß der Vergrößerung. Anhang Nr. 161.

Soll der Gegenstand die ungünstigen Bedingungen seiner Vereini- 3714
gungsweite verlieren, so muß sein Bild ab, Fig. 273., innerhalb der Grenzen der Sehweite und zwar in der Nachbarschaft des Nahepunktes (§. 3566.) liegen. Die Vergrößerung gleicht unter diesen Verhältnissen der Sehweite, getheilt durch den Abstand des Gegenstandes von dem optischen Mittelpunkte des Auges. Beträgt z. B. der Nahepunkt 20 Centimeter, so wird ein Körper, der 5mal vergrößert wird, 4 Centimeter von dem optischen Mittelpunkte abstehen. Anhang Nr. 161 Gleich. Nr. 3.

Man bestimmt häufig die Vergrößerung durch den Quotienten der Sehweite und der Hauptbrennweite der Linse, weil man voraussetzt, daß dann parallele Strahlen in das Auge treten (§. 3446.) Man sieht leicht, daß man hierbei etwas zu kleine Vergrößerungswerthe erhält, indem man den Nenner des Bruches größer, als er wahrhaft zu sein pflegt, annimmt. Man verbessert diesen Fehler, wenn man den Endwerth um 1 vermehrt. Anhang Nr. 161. Gleich. Nr. 5.

Es ergiebt sich von selbst, daß sich jede Zahl, welche die Vergröße- 3715
rungskraft einer Linse ausdrückt, auf eine bestimmte Sehweite beziehen

muß. Die meisten Optiker legen in dieser Hinsicht 8 Pariser Zoll 21,6 Centimeter zum Grunde. Minder gewissenhafte Künstler nehmen selten ausgedehntere Sehweiten an, um höhere Werthe für die Vergrößerungen ihrer Gläser zu erhalten. Die Zahlen beziehen sich hierbei auf die lineare Vergrößerung. Die flächenhafte gleicht dann dem Quadrate und die körperliche dem Cubus derselben. Eine lineare Vergrößerung von 10 beträgt 100 der Fläche und 1000 dem Raume nach. Bei älteren Angaben, nach denen Linsen oder zusammengesetzte Mikroskope bedeutende Vergrößerungen besaßen, beziehen sich auf die körperliche auf die flächenhafte Bestimmung. Führt man sie auf die linearen zurück, so verschwindet in der Regel die scheinbar bedeutende Kraft unvollkommneren Apparate.

3716 Anhang Nr. 161. Gleich. Nr. 2. Anhang Nr. 161. Gleich Nr. 6. Da die Vergrößerung von dem Quotienten der Sehweite Entfernung des Gegenstandes abhängt, so würde sich zunächst ergeben, der Weitsichtige in dieser Beziehung vor dem Kurzsichtigen im ist. Jener muß aber zugleich den Gegenstand weiter von der fernen. Diese beiden entgegenstehenden Verhältnisse gleichen sich seitig aus, so wie die Bilder mit vollkommenster Deutlichkeit werden.

3717 Anhang Nr 161. Gleich. Nr. 7. Die Vergrößerung einer Linse steigt mit der Verkürzung ihrer brennweite, der Erhöhung ihres Brechungscoefficienten und der rung ihrer Krümmungshalbmesser. Da aber die Vermehrung mung den Abstand des mikroskopischen Gegenstandes verringert, halb mehrfache Hindernisse der Beobachtung entgegensetzt, da sie der Klarheit des Bildes durch Vergrößerung der Kugelabweichung Beeinträchtigung der Helligkeit schadet, so hat man häufig Stoffe größeres Ablenkungsverhältniß, als das Glas darbieten, zur Verfügung von Linsen gebraucht. Man konnte auf diese Weise dieselben rungen mit flacheren Krümmungen erreichen. Besaßen überdies gewandten Massen ein geringeres Zerstreuungsvermögen, so ist Gewinn der Reinheit des Bildes zu Statten.

3718 Wir können das Ablenkungsverhältniß des Crownglases, pen und zu einfachen Mikroskopen genommen zu werden pflegt, bis 1,57 anschlagen (§. 3666.). Der Sapphir hat in dieser 1,768 bis 1,794, der Granat 1,815 und der Diamant 2,439. streuungsvermögen jener Glasarten gleicht 0,020 bis 0,033, des phirs 0,026, des Granats 0,027 und des Diamants 0,038. sich hieraus, weshalb man sich vor Allem an jene Edelsteine §. 3717. erwähnten Zweck gewandt hat. Da z. B. der Sapphir einachsigen negativen Krystallen gehört (§. 3383.), so wird das durchgehende Licht polarisirt.

3719 Die Helligkeit des Bildes, das ein Vergrößerungsglas liefert, natürlich immer der des Gegenstandes nachstehen, weil dieselbe von Lichtstrahlen auf eine größere Fläche vertheilt wird. Die die man der Linse geben kann, übt hier einen wesentlichen Einfluß. Die Helligkeit wächst mit dem Quadrate des Oeffnungshalbmes-

Hauptbrennweite oder des Abstandes des Gegenstandes, der nie Anhang Nr. 161. Gleich. Nr. 8 und 9
r Hauptvereinigungsweite hinausrücken kann. Sie vermindert
gen mit dem Quadrate der Sehweite. Da der Sapphir, der Gra-
der Diamant längere Brennweiten für dieselbe Vergrößerung dar-
o müssen sie auch hellere Bilder als Glaslinsen von gleicher Form
ße liefern.

en parallele Strahlen auf die Vorderseite einer doppelt converen 3720
e, so daß sie sich hinter ihr in einem Hauptbrennpunkte vereini-
erhalten wir die geringste Abweichung von der Kugelgestalt, wenn
Krümmungshalbmesser der vorderen zu dem der hinteren Seite,
7,32 verhält (§. 3742.). Dieser Werth ändert sich mit dem Ab- Anhang Nr. 134.
verhältniß der Masse, aus der die Linse verfertigt ist. Hat sie
ößeren Brechungsindex, so muß die Hinterseite noch flacher aus-
d umgekehrt.

enken wir, daß das Bild des einfachen Mikroskopes an derselben 3721
e der Gegenstand liegt, so folgt von selbst, daß die flachere Seite
chen Linse von bester Form von dem Auge abgewendet sein muß,
r Zweck erreicht werden soll. Die Wollaston'schen Doppellinsen
ublets beruhen auf dieser Voraussetzung. Sie bestehen aus zwei
eren Linsen, deren ebene Seiten nach unten, gegen den Gegen-
d das Bild gewendet sind, die in einer gewissen berechneten Ent-
liegen und zwischen denen man noch bisweilen eine geeignete Blen-
ringt [1]). Man gewinnt so an Lichtstärke und an Deutlichkeit der

en wir zu den zusammengesetzten Mikroskopen über, so wollen 3722
wir uns zunächst die allgemeine Wirkung der Objectivgläser so vorstellen, als sei nur eine untere Linse *b*, Fig. 274., und die der Ocularlinsen, als wäre nur eine obere *c* vorhanden. Wir haben schon §. 3459. bemerkt, daß dann das Ocular das von dem Objectiv in dem Inneren des Rohres des Mikroskopes entworfene Bild wie eine Lupe vergrößert wiedergiebt. Es folgt hieraus nach §. 3457., daß der kleine Gegenstand am vortheilhaftesten in der Nähe der Hauptbrennweite von *b* und zwar jenseit derselben liegen wird. Das Bild desselben muß sich nach §. 3458. nach innen von der Hauptvereinigungsweite von *c* befinden.

Fig. 274

Die Vergrößerung nimmt unter diesen 3723
Verhältnissen mit der Kürze der Brenn-

chematische Abbildung dieser Doppellinsen findet sich z. B. in R. Todd, The
aedia of Anatomy and Physiology. Tom. III. London, 1841. 8. pag. 338.
60.

weite des Objectivs, des Oculars oder beider Gattungen von Linsen zugleich, mit der Ausdehnung der Sehweite, der Verlängerung der Entfernung des ersten Bildes von dem Objectiv und der Annäherung desselben an das Ocular, zu. Wir haben überdies schon §. 3459. die Gründe kennen gelernt, weshalb man hier die rechte Seite des Gegenstandes links und die obere unten sieht.

Die zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope, deren man sich gegenwärtig bedient, besitzen eine bedeutendere Zahl von Linsen, weil man nur auf diesem Wege stärkere Vergrößerungen, welche die gehörige Schärfe und Helligkeit besitzen und von den Störungen der Kugelabweichung und der Farbenzerstreuung möglichst befreit sind, erreichen kann. Viele ihrer Einrichtungen werden den Fernröhren entlehnt und nur meistentheils umgekehrt der Natur der Sache nach angewendet.

Die achromatischen Objectivgläser bestehen aus einer Flint- und einer Crownglaslinse (§. 3689.). Das Objectiv des Fernrohrs, das parallele Strahlen aufnehmen soll, hat die Crownglaslinse vorn. Das des Mikroskopes, das für sehr nahe Gegenstände eingerichtet ist, wendet diesen seine Flintglaslinse zu.

Bliebe das Objectiv, das stark vergrößern soll, einfach, so ließen sich die oben erwähnten Mängel in einer nur sehr unvollkommenen Weise für stärkere Vergrößerungen beseitigen. Man gebraucht daher zu diesem Zwecke eine Reihe von Objectiven, die in bestimmter Ordnung verbunden werden. Da eines das andere verstärkt, so kann jedes von ihnen flacher ausfallen. Erleichtert schon dieses die Vergrößerung der Oeffnung, die Vermehrung der Helligkeit und die Beseitigung der Kugelabweichung und der Farbenzerstreuung, so bildet die gegenseitige Entfernung der Linsen ein zweites Mittel, welches dieses Bemühen unterstützen kann.

Das Ocular muß ebenfalls so wenig Kugel- und Farbenabweichung, als möglich, darbieten. Wollte man die Verbindung einer Flint- und einer Crownglaslinse, wie in den Objectiven, gebrauchen, so müßten die Gläser, des geringen Abstandes des ersten Bildes wegen, zu sehr gekrümmt werden. Die Helligkeit und das Gesichtsfeld würde hierdurch beträchtlich leiden. Man wählt daher ein anderes Mittel, um zum Ziele zu gelangen.

Das Ocular besteht aus einem oberen Glase, der Ocularlinse, und einem unteren, dem Collectivglase. Beide nähern sich Linsen bester Form, sind an der einen Seite flach und an der anderen convex, und haben ihre gewölbte Fläche nach unten gewendet. Das untere Glas sammelt die Strahlen, ehe sie sich zu dem ersten Bilde vereinigen, macht es auf diese Weise kleiner und lichtstärker, und trägt viel zur Beseitigung der Kugel- und der Farbenabweichung bei. Eine zwischen ihm und der Ocularlinse befindliche Blendung wirkt der noch zurückbleibenden Störung wegen der Kugelform entgegen. Was die Farben betrifft, so werden meist die Verhältnisse so eingerichtet, daß sich die Objective und das Ocular in dieser Beziehung wechselseitig beschränken.

Die meisten Optiker begnügen sich damit, ihr achromatisches Objectiv aus einer planconcaven Flint- und einer doppelt converen Crownglaslinse bestehen zu lassen und ihre Instrumente für den Fall, daß der Gegenstand frei liegt oder nur mit einem Wassertropfen umgeben ist, einzurichten. Amici dagegen gebrauchte eine größere Reihe von verschiedenartigen Gläsern, um die Farbenzerstreuung noch mehr aufzuheben [1]). Er bemühte sich, auch die Störungen, welche stärkere Deckplatten herbeiführen, durch Nebenvorrichtungen zu vermeiden [2]).

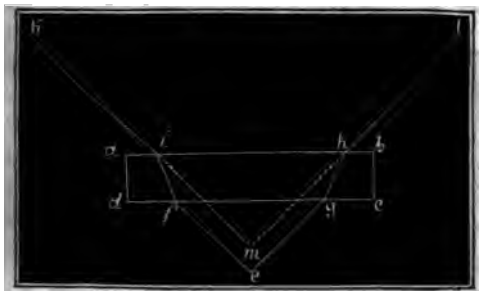
---

[1]) Lamé, Cours de Physique. Seconde Edition. Tome II. Paris, 1840. 8. pag. 282.

[2]) H. Mohl, Mikrographie oder Anleitung zur Kenntniss und zum Gebrauche des Mikroskops. Tübingen, 1846. 8. S. 158.

Geſetzt *abcd*, Fig. 275., ſei eine dicke Glasplatte, welche den Gegenſtand bedeckt, und *e* ein Punkt von dieſem, der die Strahlen *ef* und *eg* ausſendet, ſo werden dieſe durch das Glas in *fi* und *gk* abgelenkt. Verläuft *ab* parallel *cd*, ſo würden auch die austretenden Strahlen *ki* und *kl* den eintretenden *fe* und *eg* parallel ſein, wenn vorn und hinten das gleiche Mittel das Glas umgäbe. Iſt aber auch dieſes nicht der Fall, ſo geht doch immer *ki* und *lk* in der Art dahin, daß ſich ihre Verlängerungen nicht mehr in *e*, ſondern z. B. in *m* vereinigen. Man muß daher das Objectiv höher ſtellen, ſo wie man ein dickeres Deckglas angewendet hat.

Fig. 275.



Vereinigen ſich aber die Strahlen *ki* und *kl* in *m*, ſo werden zwei andere, die unter einem größeren oder kleineren Winkel von *e* ausgehen, in einem anderen Punkte zuſammenſtoßen. Das Bild muß daher an Klarheit verlieren. Dieſes gilt vorzüglich von dickeren Deckgläſern, ſtärkeren Vergrößerungen und nicht centralen Strahlen.

Amici ſuchte den Uebelſtand dadurch zu mildern, daß er die Objective mit einer zu geringen Verbeſſerung der ſphäriſchen Aberration ausſtattete. Freie Gegenſtände werden dann undeutlicher geſehen, während ein Deckglas von entſprechender Dicke genügende Bilder herſtellt. Er verſah auch Objective, die für die Betrachtung unbedeckter kleiner Körper beſtimmt waren, mit einer Linſe, die für ein Deckglas beſtimmt iſt und nach Bedürfniß hinzugefügt werden kann.

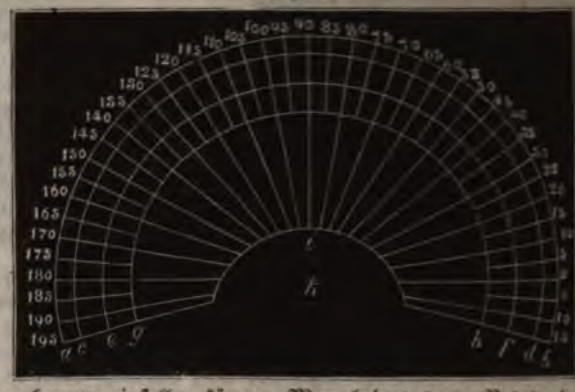
Man hat den Verſuch gemacht, Spiegelmikroſkope nach Art der Spiegelteleſkope zu verfertigen. Solche katadioptriſche Mikroſkope haben z. B. einen ebenen Spiegel, der das Licht des Gegenſtandes auf einen elliptiſchen Spiegel wirft. Der Gegenſtand liegt in dem einen und das Bild, das durch ein Ocular, wie bei dem dioptriſchen Mikroſkope betrachtet wird, in dem anderen Brennpunkte deſſelben. Man ſuchte auf dieſem Wege die Farbenzerſtreuung zu vermindern, weil ſie für das zurückgeworfene Spiegellicht mangelt. Die Bilder gewinnen zwar an Schärfe; es geht aber viel an Lichtſtärke verloren, ſo daß die bedeutenden Vergrößerungen, wenigſtens in den bis jetzt verfertigten Inſtrumenten, unvollkommen ausfielen. Es fragt ſich jedoch, ob nicht gerade dieſe Art von Werkzeugen eine größere Vervollkommnung, als die dioptriſchen Mikroſkope in Zukunft geſtatten werden.

Das Mathematiſche der Verhältniſſe der Mikroſkope findet ſich erläutert bei Littrow a. a. O. S. 375 — 400. Baumgartner, a. a. O. S. 618 — 625. Kunzek, a. a. O. S. 222 — 243. Radicke, a. a. O. Bd. II. S. 347 — 359 und 420 — 426. Ueber das Techniſche ſ. J. Vogel, Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops, zur zoochemiſchen Analyse und zur mikroskopiſch-chemiſchen Unterſuchung überhaupt. Leipzig, 1841. 8. Carpenter in R. Todd, The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. London, 1841. 8. p. 331 — 358. H. Mohl, Mikrographie oder Anleitung zur Kenntniß und zum Gebrauche des Mikroskops. Tübingen, 1846. 8.

Auffaſſung der verſchiedenen Winkelentfernungen des Geſichtskreiſes. — Schließen wir das eine Auge, halten das zweite unbewegt und ſehen dann gerade nach vorn, ſo bemerken wir, daß wir nur einen ziemlich beſchränkten Raum, deſſen Mitte in der geradlinigen Verlängerung unſerer Sehachſe liegt, innerhalb der Grenzen der Sehweite mit gehöriger Schärfe wahrnehmen. Die Gegenſtände aber, die weiter nach außen liegen, werden immer undeutlicher, bis ſie endlich dem Anblicke gänzlich entſchwinden. Wir wollen die Winkel, unter denen das deutliche Sehen aufhört und die, unter welchen die Geſichtsauffaſſung gänzlich ſchwindet, zu beſtimmen ſuchen. 3724

Man zieht zu diesem Zwecke vier concentrische Kreise, *ab*, *cd*, *ef* und *gh*, Fig. auf einem steifen Pappdeckel, bezeichnet die Grade auf die in der Abbildung angegebene Weise und schneidet die Umgebung des Mittelpunktes *k* in der Form *gh* aus,

Fig. 276.



man das Auge bequem einstellen könne. Man bringt dann Nadeln bei 40°, 3 und überhaupt von 10° zu 10° oder in kürzeren Zwischenräumen an dem äußeren *ab* an. Stehen sie völlig senkrecht, so versieht man noch 80°, 90° und 100° des *cd*, *ef* oder *gh* mit ebenfalls senkrechten Nadeln und richtet den Pappdeckel so, d Mitte der Verlängerung der Sehachse des gerade vorwärts blickenden Auges en Hat man die Lage, bei der sich alle gleichen Winkeln angehörenden Nadeln genau gefunden, so richtet man die Sehachse auf die bei 90° aufgestellte Nadel und zäh ab, wie viele Nadeln deutlich, wie viele unvollkommen und wie viele endlich nur v belbildern gesehen werden. Läßt man sie von Grad zu Grad zwischen 80° und 10 rücken, so kann man die einzelnen Grenzgebiete ziemlich genau ermitteln. Man sucht die Beziehungen der wagerechten oder senkrechten Meridiane der Netzhaut, dem man den Apparat horizontal oder senkrecht aufstellt.

Die Halbmesser der concentrischen Kreise glichen 17,7; 19,9; 22,1 und 24,3 meter in der von mir gebrauchten Vorrichtung. Die Verkürzung *ki*, Fig. 276, 1,6 Centimeter.

3725 Prüfte ich den **wagerechten Gesichtskreis** meines unbewegt haltenen linken Auges, so erschienen mir noch Nadeln, die 1° bis 2 der Sehachse abstanden, eben so deutlich, als die, welche sich in ihr befanden. Das Bild wurde etwas schwächer bei 4°. Man bemerkte ses jedoch erst bei besonderer Aufmerksamkeit. 5° und 6° führten fast zu dem gleichen Ergebnisse. Die Bilder verloren dagegen bei 7° in fallender Weise an Schärfe. Dieses erhöhete sich noch für 8°. Die Nadel, welche nach der inneren Seite des Auges hin aufgestellt war, schien etwas schärfer als die äußere. Es war mithin die äußere H der Netzhaut vor der inneren in geringem Maaße bevorzugt.

Standen die Nadeln um 10° ab, so bemerkte ich sie nur bei gu Auffassung ziemlich deutlich, sonst dagegen verwaschener. Man sa dann vorzugsweise die Knöpfe, nicht aber die Stiele der Nadeln. 20 ferten nur sehr nebelige und 30° noch unvollkommenere Anschau Ich konnte endlich gar keine Bilder mehr für 40° und 50° bei der angegebenen Einrichtung des Apparates erhalten. Befanden sich die deln zwischen 10° und 30°, so erschienen wiederum die inneren mit gr Bestimmtheit. Die Außenhälfte der Netzhaut war daher auch hier im Ver

Der **senkrechte Gesichtskreis** meines linken Auges fiel etwas 3726
schränkter aus. Die Verhältnisse wiederholten sich nur in gleicher Weise
s zu Abständen von 7°. Ich konnte wenigstens keine beständigen Unter-
hiede zwischen oben oder unten und rechts oder links bemerken. Die
ilder dagegen, die bei 10° Entfernung erhalten wurden, waren auffallend
ideutlicher, als die, welche ich in wagerechter Lage für den gleichen
inkelabstand wahrnahm. Die Nadelknöpfe allein stellten sich in sehr
beligen Gestalten bei 20° dar. 30° machten hier Alles undeutlich. Diese
ößere Beschränkung des senkrechten Gesichtskreises erinnert an die schon
n **Young** gemachte Bemerkung, daß das Auge in wagerechter Aus-
hnung weiter zu sehen im Stande ist (§. 3569.).

Einfacher Gesichtskreis. — Da die Netzhaut die Bilder, die 3727
h in der Verlängerung der Sehachse und in deren unmittelbarer Nach-
rschaft befinden, am deutlichsten erkennt, so nennt man die Wahrneh-
ung der Gegenstände, die innerhalb dieses Grenzbezirkes fallen, das
recte Sehen. Das **indirecte** dagegen bezieht sich auf die Eindrücke
rjenigen Gegenstände, die nur unvollkommen ihrer zu großen Seitenlage
gen aufgefaßt werden. Die Punkte endlich, an denen alles Sehen die-
Grundes halber aufhört, bestimmen die Grenzen des **einfachen**
esichtskreises oder des **einfachen Horopters.** Er wechselt na-
rlich mit der Richtung des Meridians des Auges, dem er angehört.

Wir können annehmen, daß die einseitigen Grenzen des wagerechten 3728
esichtskreises zwischen 30° und 40° und die des senkrechten ungefähr bei
° für die richtige Sehweite meines Auges liegen. Die Gesammtaus-
hnung desselben beträgt natürlich das Doppelte dieses Werthes.

Suchen wir uns die §. 3725. und 3726. erwähnten Verhältnisse des 3729
ecten und des indirecten Sehens linearer Körper, z. B. von Nadeln,
in einem hellen Zimmer unter günstigen Verhältnissen betrachtet wer-
, übersichtlich darzustellen, so erhalten wir:

nseitige Winkelentfer-ig des Gegenstandes r halbe Ausdehnung s einfachen Gesichts-kreises.	Gesichtskreis	
	wagerecht.	senkrecht.
0° bis 3°	Vollkommen deutlich.	Wie in dem wagerechten Gesichtskreise.
4°	Vollkommen deutlich, aber etwas geringere Schärfe.	Meist wie in dem wagerechten Gesichtskreise.
5° bis 6°	Grenzen der mäßigen Deutlichkeit.	desgl.
10°	Ziemlich undeutlich.	Sehr undeutlich.
20°	Nur theilweise und nebelige Bilder	Sehr unvollkommene und nebelige Bilder.
30°	Sehr unvollkommene und nebelige Bilder.	Gänzliches Verschwinden des Bildes.
30° bis 40°	Gänzliches Verschwinden der Bilder.	—

3730 Die Quotienten der geraden Ausdehnungen des Gesichtskreises und der Entfernungen der gesehenen Gegenstände geben die Tangenten der entsprechenden Gesichtswinkel. Es muß daher jene wachsen, so wie der Abstand der Körper, die von dem Auge aufgefaßt werden, zunimmt. Schlagen wir das Gebiet des deutlichsten Sehens zu 3° für jede Seite der Sehachse an, so beträgt dieses 2,6 Centimeter für 24 Centimeter Entfernung und 776,4 Meter für eine südteutsche Meile oder für 7407 Meter. Die Grenzen des indirecten, irgend möglichen Sehens reichen in dem ersteren Falle bis zu 28 oder 42 Centimeter, in dem letzteren dagegen bis zu 8553 bis 12430 Meter, je nachdem man 30° oder 40° als äußersten Werth des einseitigen Winkelabstandes annimmt.

Nr. 162. des Anhanges giebt eine Anzahl von Beispielen, in denen die mannichfachen Ausdehnungen des directen und des indirecten einfachen Gesichtskreises für eine Reihe verschiedener Entfernungen berechnet sind.

3731 Kann man den Abstand des optischen Mittelpunktes im Verhältniß zu dem der betrachteten Körper vernachlässigen, so gleicht die Gesammtbreite des einfachen Gesichtskreises der Entfernung, in der sich die gesehenen Gegenstände befinden, wenn der einseitige Winkel 26°34′ beträgt. Muß dagegen die Lage des optischen Mittelpunktes berücksichtigt werden, so verkleinert sich dieser Winkel, so wie die betrachteten Körper dem Auge näher rücken. Gleicht ihre Entfernung 10 Meter, so erhalten wir noch 26°33′, mithin nur eine Minute Unterschied. Beträgt aber jener Werth 24 Centimeter, so haben wir 25°45′. Die Gleichheit der Ausdehnung des einfachen Gesichtskreises und des Abstandes der erblickten Massen fällt daher in allen diesen Fällen in die äußere Grenze des indirecten Sehens (§. 3729.).

3732 Verlegen wir den optischen Mittelpunkt 13,5 Mm. vor das hintere Ende der inneren Sehachse (§. 3696.), so giebt der einseitige Gesichtskreis von 5°, bei dem ungefähr die Grenze des deutlichen Sehens liegt, 2,4 Mm. für die gerade Ausdehnung des entsprechenden Netzhautbildes. Die Breite des gelben Fleckes gleicht aber nahebei 2,3 Mm. Wir sehen daher, daß der Bezirk dieses Gebildes dem Gebiete des befriedigendsten Sehens entspricht.

3733 Die Schärfe der Bilder, die dem gelben Flecke angehören, nimmt um so mehr ab, je weiter sie sich von dem hinteren Ende der Sehachse entfernen. Liegen unter diesen Verhältnissen die Grenzen der vollkommenen Deutlichkeit bei 3°, so haben wir 1,4 Mm. als Gesammtausdehnung des entsprechenden Netzhautbildes und 0,7 Mm. als einseitigen Abstand. Da nun die Vertiefung des gelben Fleckes im Durchschnitt 1 bis 1,2 Mm. zu messen pflegt und die Unebenheiten derselben die Ausdehnung der auffassenden Fläche vergrößern, so können wir mit Recht annehmen, daß Bilder, die noch in den Bereich der Centralvertiefung fallen, mit vollkommener und solche, welche die übrigen Theile des gelben Fleckes berühren, mit mäßiger Deutlichkeit erblickt werden.

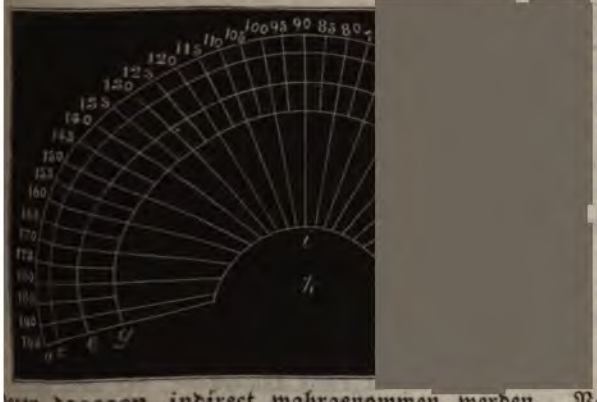
Bestimmten Volkmann und Hüttenheim [1]) die Entfernungen, in denen ein kleiner Punkt, ein Spinnwebefaden oder zwei Parallellinien unter wechselnden Winkelabständen wahrgenommen werden, so fanden sie, daß die Abweichung von 0° auf 1° einen größeren Unterschied, als jeder spätere von Grad zu Grad verfolgte Wechsel der seitlichen Auffassung bedingte. Die früheren ähnlichen Versuche von Hueck [2]) dagegen führen in dieser Beziehung zu den schwankendsten Verhältnissen. Herschel giebt an, daß man kleine, kaum bemerkbare Sterne, die neben einem größeren lichtstarken stehen, am deutlichsten wahrnimmt, wenn man die Sehachse auf diesen richtet. Der Punkt der größten Empfindlichkeit läge hiernach etwas mehr der Seite nach. R. Wagner [3]) konnte sich von der Richtigkeit dieser Thatsache nicht überzeugen.

Die äußerste geradlinige Entfernung, in der die Bilder gänzlich ver- 3734
schwinden, ist jederseits 7,8 bis 11,3 Mm. von der inneren Sehachse entfernt. Da die gesammte Breite der Centralfalte der Netzhaut 4,5 Mm und der Abstand der Mitte der Vertiefung des gelben Fleckes von der der Eintrittsstelle des Sehnerven 3,4 Mm. beträgt, so ergiebt sich von selbst, daß die Grenzen der möglichen, wenn auch sehr undeutlichen Auffassung ne Stellen überschreiten.

Diese Betrachtung lehrt zugleich, daß ein großer Theil der Flächen- 3735
ausdehnung der Netzhaut zum Sehen gar nicht benutzt wird. Diejenigen Abschnitte aber, die noch Bilder auffassen, können den Gesichtswinkel, wie wir §. 3702. gefunden haben, wesentlich beschränken und so die Entfernungen der wahrnehmbaren Gegenstände verkürzen oder den Umfang der feinsten kenntlichen Theile vergrößern.

Mariotte'scher Versuch. — Bedienen wir uns der Fig. 277. 3736
abgebildeten Vorrichtung und stellen unser Auge, wie es §. 3724. angegeben wurde, ein, so bemerken wir, daß manche Nadeln, deren Winkelabweichung kleiner, als 20° ist, die mithin noch undeutlich gesehen werden sollten (§. 3729.), an einer Seite aus dem Gesichtsfelde hinwegfallen, an der anderen dagegen indirect wahrgenommen werden. Versehe ich z. B. den Kreis *ab*, Fig. 277., dessen Durchmesser 24,2 Centimeter beträgt, mit Stecknadeln, deren Länge 1,75 Centimeter gleicht, und richte dann die Sehachse meines linken Auges auf 90°, so zeigt sich eine Nadel, die sich bei 102° befindet, undeutlich. Die Bilder, die 103° bis 107° angehören,

Fig. 277.



[1]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Braunschweig, 1846. 8. S. 332 — 334.
[2]) Hueck, in Müller's Archiv. 1840. S. 92.
[3]) R. Wagner's Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig, 1845. 8. Seite 395.

entgehen mir gänzlich. 108° giebt ein unvollständiges
eine etwas vollkommenere Anschauung und 110° eine und
sung, wie sie bei diesem indirecten Sehen zur Regel gehö
zen der völligen Unsichtbarkeit liegen daher ungefähr zw
17°5 nach außen, mithin auf der Netzhaut unter derselbe
chung nach innen. Pflanze ich dagegen Nadeln um 13°
innen, oder bei 77° bis 72° auf, so zeigen sie sich, wie
dem indirecten Gesichtsfelde. Es muß daher ein Bezirk, d
hen unempfänglich ist, nach innen von der Mitte der Ver
ben Fleckes vorhanden sein.

Mariotte entdeckte zuerst diese eigenthümliche Thatsache im Ja
den Sitz des Sehens in die Aderhaut des Auges verlegte, so bezog er
auf den Umkreis, in dem der Sehnerve die Aderhaut durchbohrt. Die
demiker jener Zeit leiteten sie jedoch schon von den Blutgefäßen, die sic
Oberfläche der Netzhaut verbreiten, her. Daniel Bernoulli wie
Wege der Messung nach, daß der Ort der Unempfindlichkeit der Gege
stelle des Sehnerven entspricht. Man findet deshalb auch in den mei
und physiologischen Werken, daß jene ganze Durchgangsgegend des Seh
auch als Punctum coecum zu bezeichnen pflegt, für das Licht unempf
einzelne Forscher, wie Rudolphi, Volkmann und Arnold beschrä
auf die Durchbohrungsstelle der Centralgefäße der Netzhaut. Wir we
daß diese Ansicht die richtigere ist.

Man kann sich den Mariotte'schen Versuch auf die verschiedens
schauung bringen. Schließt ein Mensch sein rechtes Auge und richtet s

Fig. 278.

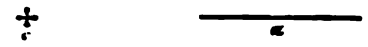
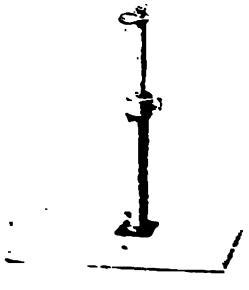


Fig. 278., so wird er bald eine Entfernung finden, in der er a ni
e dagegen noch in einem indirecten undeutlichen Bilde wahrnimmt. M
eines Gestelles bedienen, wie es Fig. 27
schwarze Scheiben auf n n' an die bezeich
gen und die nöthige Entfernung durch d
Statives ermitteln.

Fig. 279



Will man sich eine etwas vollständi
verfertigen, so klebt man eine gefärbte Obl
messer zwei Centimeter beträgt, auf einen
ckel oder ein ebenes Brett und bezeichnet
punkt derselben mit einem Dintenflecke,
hinreichend großen Entfernung erkannt zu
Eine zweite Oblate, deren Rand geradli
ist, wird 13 Centimeter weiter, als die erst
außen, wenn das Ganze für das linke
angebracht. Man reiht an diese eine drit
bis man eine Breite von 6,7 Centimeter h
oder 4 Centimeter noch weiter nach außen
[illegible] das rechte Auge, wendet die Se
[illegible] der ersten Oblate und entfernt sich so
[illegible] Reihe der Oblaten im Gesichtsfel
[illegible] ist, die zusammenhängenden
[illegible] Die Entfernung des Auges von diese

lichsten mittelst eines Maaßstabes und eines Fernrohres auf die §. 3316. geschilderte Weise oder mittelst eines Senkels bestimmt [1]).

Ergiebt mein linkes Auge 13° und 17°30′ für den äußeren Winkel- 3737
abstand der unsichtbaren Stelle, so folgt, daß der unempfindliche Theil Anhang Nr. 163.
meiner Netzhaut 3,12 Mm. nach innen von dem hinteren Ende der Sehachse beginnt und eine Breite von 1,14 Mm. einnimmt. Stellte ich den Versuch mit rothen Oblaten auf die §. 3736. erwähnte Weise an, so erhielt ich 12°25′ und 18°28′ als Winkelabweichung, 2,98 Mm. für die Entfernung des Randes der unempfindlichen Stelle von der Sehachse und 1,53 Mm. als Breite dieses Theiles. Wir finden daher 3,05 und 1,34 Mm. als Durchschnittsgrößen.

Die Mitte der Eintrittsstelle des Sehnerven steht um 3,4 bis 3,6 Mm. 3738
von dem hinteren Ende der Sehachse ab. Der eben erwähnte Durchschnittswerth liefert $3{,}05 + \frac{1{,}34}{2} = 3{,}72$ Mm., mithin eine sehr annähernde Größe. Der Durchmesser jener Eintrittsstelle gleicht 2,1 bis 2,7 Mm. Da aber der unempfindliche Theil nur 1,14 bis 1,53 Mm. einnimmt, so erhellt von selbst, daß nicht der ganze Markhügel des Sehnerven das einzenthümliche Ergebniß des Mariotte'schen Versuches begründen kann.

Das Gleiche läßt sich auf mittelbarem Wege darthun. Sollte nämlich die gesammte Eintrittsstelle blind sein, so müßte die Unempfindlichkeit 3739
ungefähr bis zu einem Winkelabstande von 21° bis 24° in meinem Auge Anhang Nr. 163.
reichen. Ich erblicke aber schon Körper, die nur um 19° bis 20° seitlich entfernt liegen, mit einer für das indirecte Sehen befriedigenden Deutlichkeit.

Bedenken wir, daß die Centralgefäße der Netzhaut den Markhügel 3740
durchbohren, so kann uns dieses Verhältniß die Erscheinung in befriedigender Weise erklären. Wir haben hier eine von Blutgefäßen ausgefüllte Lücke der Nervenmasse. Es fällt mithin die Auffassung der Bilder von dort hinweg.

Denken wir uns zwei Punkte, von denen der eine in die Verlänge- 3741
rung der Sehachse, der andere dagegen in den Anfang der unempfindlichen Netzhautstelle fallen soll, so wird die Entfernung des Auges von dem gegenseitigen Abstande jener beiden Punkte und dem nöthigen Abweichungswinkel abhängen. Beträgt dieser 12°25′ bis 13° für mein linkes Anhang Nr. 163.
Auge, so muß ich dieses 4,3 bis 4,5 mal so weit, als *b*, Fig. 280., von

Fig. 280.

dem Innenrande von *a* absteht, entfernt halten. Nimmt man 13° und 12°25 als Grenzwinkel an, so kann die Breite von *a* 0,37 oder beinahe $\frac{1}{4}$ der Entfernung *ac* betragen, wenn *a* vollkommen unsichtbar in dem Versuche werden soll. Geht man von dem Winkel 12°25′ und 18°28′ aus, so erhält man 0,52 oder fast genau die Hälfte.

[1]) Eine Reihe anderer Versuchsmethoden findet sich in Alb. Haller, Elementa Physiologiae. Tom. V. Lausannae 1763. 4. p. 470. 471.

3742 **Bewegungsgröße des einfachen Gesichtskreises.** — Dreht sich der Augapfel in irgend einer Richtung, so führt er gleichsam seine Sehachse und überhaupt seinen einfachen Gesichtskreis in einem entsprechenden Bogen herum. Man kann die Größe dieser Winkelbewegung an der Fig. 276. abgebildeten Vorrichtung messen, indem man die Nadeln von 0° bis 180° von 10 zu 10 Graden aufstellt. Der Mittelpunkt *k*, Fig. 276., muß hier mit dem Drehpunkte des Auges zusammenfallen.

3743 Young nahm an, daß die Grenzen der wagerechten Stellung des Auges 110° umfassen. Purkinje[1]) fand 150° bis 160° und zwar 60° für die Drehung nach innen und 90° bis 100° für die Bewegung nach außen. Meine Augen ergaben mir 110° bis 112° für die wagerechte und 100° bis 103° für die senkrechte Drehung.

3744 Halten wir uns an die für meine Augen gültigen Werthe, so kann ich mittelst einer vollständigen wagerechten Drehung 48 bis 49 Centimeter bei 24 Centimeter Sehweite überblicken. Die senkrechte Bewegung giebt nur 44 Centimeter unter den gleichen Verhältnissen. Dehnt sich der Gesichtskreis auf die Entfernung einer süddeutschen Meile aus, so erhält man 14,2 bis 14,5 Kilometer für die wagerechte und 13 Kilometer für die senkrechte Drehung.

Anhang Nr. 164.

Nr. 164. des Anhanges giebt in dieser Hinsicht eine Reihe von Beispielen, die den §. 3730. erwähnten entsprechen.

3745 Soll der Umfang der sichtbaren Gegenstände, der bei diesen Wendungen überblickt wird, der Entfernung derselben gleich werden, so muß der Drehungswinkel 57°17′46″ betragen, so wie man die Lage des Drehpunktes des Auges im Verhältniß zu dem Abstande der leuchtenden Körper vernachlässigen kann. Ist dieses nicht möglich, so verkleinert sich der Wendungswinkel um so mehr, je mehr jene Entfernung abnimmt. 10 Meter geben z. B. 57°14′ und 24 Centimeter 54°35′.

Anhang Nr. 164.

3746 **Auffassung der verschiedenen Bilder des einfachen Gesichtskreises.** — Wir erblicken in der Regel diejenigen Gegenstände die in der Richtung der Verlängerung unserer Sehachse liegen, am deutlichsten. Wir pflegen dafür die weiter nach außen oder nach innen abgespiegelten Bilder zu vernachlässigen. Wir dürfen aber nicht annehmen daß nur der mathematische Punkt des hinteren Endes der Sehachse zum schärfsten Sehen gebraucht wird. Man kann sich leicht überzeugen, daß wir immer eine kleine Fläche auf einmal auffassen (vergl. §. 3733.).

3747 Mein Auge erblickt gleichzeitig so viele, mit mäßig großer Schrift gedruckte Buchstaben, daß die Breite des Ganzen 4.5 Mm. beträgt. Der Abstand von der Hornhaut kann dann bis 27 Centimeter wachsen. Verlegen wir den optischen Mittelpunkt 8,7 Mm. hinter das vordere Ende der Augenachse, so finden wir 55½ Minuten für den Gesichtswinkel und 0,218 Mm. für das Netzhautbild. Die auffassende lineare Ausdehnung

Anhang Nr. 148.

---

[1]) S. Th. v. Sömmerring, Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Umgearbeitet und beendigt von E. Huschke. Leipzig. 1844. 8. S. 699.

:tzhaut erstreckt sich daher etwas mehr als $^1/_{10}$ Mm. zu jeder Seite
athematischen hinteren Endpunktes der Sehachse. Nehmen wir an,
ırchmesser des gelben Fleckes betrage 2,3 Mm., so würde die gleich-
auffassende Fläche ungefähr $^1/_{10}$ desselben für mein Auge betragen
h um $^1/_{20}$ an jeder Seite der Sehachse linear ausdehnen.

Die optischen Eigenschaften der erblickten Gegenstände und der Grad 3748
r Aufmerksamkeit bestimmen es, welche Menge von Bildern mit vol-
bewußtsein wahrgenommen wird. Bieten sich viele verschiedene Leucht-
t, von denen wir jeden so genau als möglich betrachten wollen, dar,
rücksichtigen wir zunächst nur die, welche in der unmittelbaren Nähe
Verlängerung der Sehachse liegen. Wir überlassen daher die Ver-
indigung der Erkenntniß der mit der Zeit möglichen Wendung des
)fels. Es wird daher noch der größte Theil der Bilder, die auf die
n Theile des gelben Fleckes fallen, vernachlässigt.

Drängen sich viele Einzelheiten von ziemlich gleicher Bedeutung auf 3749
kleinen Raum zusammen, so verliert nicht selten die Auffassung ihre
Haltung. Der Blick ruht dann z. B. bei dem Anschauen einer
eichnung, einer Arabeske, einer feinen Stickerei, bald auf der einen,
uf der anderen Stelle. Er irrt gleichsam in kleinen Winkelbewegun-
nher, um den einen oder den anderen Punkt schärfer wahrzunehmen.
unser Auge oder unser Geist von der Mannichfaltigkeit der Gegen-
weniger gefesselt, so kann sich auch eine größere Masse von Bil-
er unklareren Wahrnehmung aufdrängen. Der gedankenlose Blick
Ferne vermag uns hiervon am leichtesten zu überzeugen. Das Auge
ruhig oder es bewegt sich ohne Plan, weil kein Gegenstand wesent-
vorzugt wird. Ist unser Geist von Nachdenken völlig eingenommen,
t uns kein Bild, welches das Auge an irgend einem Orte seines
tesfeldes darbietet.

Die Lichtstärke, mit der die Gegenstände auf die Netzhaut wirken, der 3750
nglichkeitsgrad von dieser und die Aufmerksamkeit des Geistes wer-
or Allem bestimmen, in welchem Maaße sich die Bilder, die sich seit-
on dem hinteren Ende der Sehachse abspiegeln, geltend machen.
man eine Reihe von farbigen Papierstückchen auf ein weißes Blatt
f, daß eines in die Mitte kommt und daß die übrigen dieses kreis-
) umgeben, so werden diese um so undeutlicher, je mehr man jenes
nem Auge anhaltend betrachtet. Es erzeugt sich nach und nach eine
on Nebelwallen an denjenigen Orten, an denen die äußeren Farben-
:n angebracht sind, bis sie endlich dem Blicke gänzlich entgehen.
man sie eher hinweg, so dauert noch jene subjective Täuschung
Da das Gelb die größte Lichtstärke besitzt, so tritt auch die Wir-
ei ihm früher, als bei anderen Farben ein[2]).

esselt der Gegenstand, der sich in der Verlängerung unserer Seh- 3751

Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie des Sehens. Bd. I.
ag, 1819. 8. S. 76 — 78.
:rgl. Joh. Müller's Physiologie. Bd. II. S. 370.

ahie befindet, die Aufmerksamkeit in mäßigem Grade, so können wi Bilder, die seitlich liegen, wahrnehmen. Befinden sie sich in de reiche des indirecten Gesichtsfeldes (§. 3727.), so führt oft ihre stimmtheit zu wesentlich irrigen Deutungen. Bewegt sich der a gesehene Gegenstand, so wird die Täuschung noch leichter möglich. wir in einem Buche, so halten wir nicht selten ein seitlich vorüb des Insect für eine Maus, die am Fußboden dahinläuft.

3752 Eine größere Aufmerksamkeit setzt uns umgekehrt in den Sta indirecten Bilder wenigstens bis auf einen gewissen Grad zu ber Menschen, die sich gewöhnen, das, was seitlich vorgeht, bei scheir rade nach vorn gerichtetem Blicke zu belauschen, erlangen hierin ten eine große Fertigkeit mittelst anhaltender Uebung. Das indir wird ihnen endlich fast eben so deutlich, als das directe, weil l tung der Aufmerksamkeit mit der Schärfe der optischen Verhä Wettstreit tritt.

3753 Aufrechtsehen. — Wir haben §. 3539. gefunden, daß oberer Punkt eines leuchtenden Gegenstandes auf der Netzhaut v mäßig unten und ein rechter links abspiegelt. Es entsteht auf d ein verkehrtes Bild. Verbindet man seine Endpunkte mit denen sprechenden Gegenstandes durch gerade Linien oder Richtungsl durchkreuzen sich diese in dem optischen Mittelpunkte (§. 3555.) die Mitte der Augenachse oder vor den Drehpunkt des Auges kommt.

3754 Befindet sich auch die Netzhautabbildung des Daches unte des Erdgeschosses oben, so erscheint uns dessenungeachtet ein Ha ner richtigen Stellung. Man nennt diesen Widerstreit der ern der physiologischen Verhältnisse das Aufrechtsehen. Der Ausdru net, streng genommen, zu wenig, weil die Umkehrung nicht die Oben und Unten, sondern auch für das Rechts und Links wiede

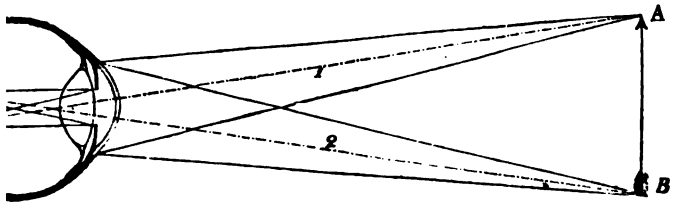
3755 Die Erläuterung dieser Erscheinung gehört zu denjenigen die bis jetzt in keiner genügenden Weise gelöst worden sind. unklare Vorstellungen kämpfen noch gegenwärtig auf diesem Geb Einen halten eine Erforschung der Gründe für nothwendig, die dagegen aus später anzuführenden Ursachen für überflüssig.

3756 Man kann diesen Widerspruch daraus herleiten, daß die und physiologische Beziehungen in vielen Fällen in Wettstreit Jene bestimmen bisweilen vor Allem die Art der Auffassung. (aber auch umgekehrt vor, daß sich unser Urtheil von allen Eini Richtung der Netzhautbilder freihält. Einige Beispiele können schwankenden Verhältnisse klar machen.

3757 Stellt man sich die Aufgabe, das Aufrechtsehen von einem mechanischen Gesichtspunkte aus zu erklären, so gelangt man zu wenn man im Allgemeinen annimmt, daß wir die Bilder in Richtungs- oder in bestimmten Sehlinien nach außen versetzen wir uns, AB, Fig. 281., sei der erblickte Gegenstand und Netzhautbild, so werden wir AB in seiner richtigen Lage wahr

gleichſam die Richtungen, in denen die Wirkungen des Lichtes
etzhaut gelangen, nach außen in unſer Geſichtsfeld umgekehrt

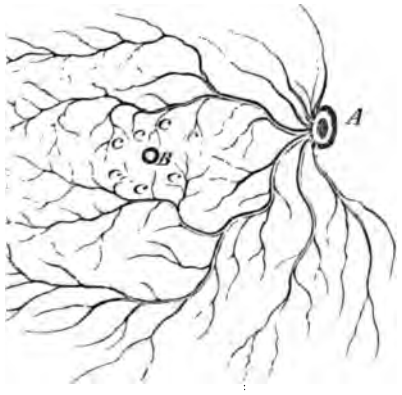
Fig. 281.



, wenn wir mithin den Lichteindruck *a* nach *A* und *b* nach *B*
id 2 verſetzen.

ubjectiven Geſichtserſcheinungen lehren, daß eine ſolche entgegen- 3758
ziehung der thätigen Stellen der Netzhaut und der Orte des
allerdings vorkommt. Die Aderfigur des Auges kann uns die-
ſten verſinnlichen. Wir werden in der Folge ſehen, daß ſich
ſch einen Theil der Blutgefäße, die ſich auf der Netzhaut ver-
e Vertiefung des gelben Fleckes und die Eintrittsſtelle des Seh-
ter gewiſſen künſtlichen Bedingungen zur Anſchauung bringen
t er ſein rechtes Auge zu dem Verſuche gebraucht, ſo erblickt er
82. gezeichnete Figur. Die Eintrittsſtelle des Sehnerven *A* liegt
nach außen und die Ver-
tiefung des gelben Fleckes
B nach innen. Beide Ge-
bilde haben aber gerade
die entgegengeſetzte Lage
in der Netzhaut der rech-
ten Seite. Die Druck-
figuren können das Gleiche
beweiſen.

Fig. 282.



Manche objective Er- 3759
ſcheinungen des Sehens
lehren umgekehrt, daß das
Urtheil, das wir uns über
die Stellung der Gegen-
ſtände bilden, nicht von
ıten Orte der Netzhaut, auf den ſie ihr Licht werfen, ſondern
ɔurch andere Verhältniſſe begründeten Bewußtſein der richtigen
ıbhängt. Steht ein Menſch aufrecht, ſo ſpiegelt ſich ein oberer
Gegenſtandes unten oder umgekehrt ab. Stellt er ſich auf den
erblickt er immer noch die vor ihm liegenden Körper in ihrer
'age, obgleich jetzt die entgegengeſetzten Orte der Netzhaut von

den gleichen Punkten angeregt werden. Die Sinnesanschauung weis
sam, daß sich die Augen und nicht die Gegenstände umgekehrt hab

3760 Einzelne Forscher nehmen an, daß wir allerdings verkehrt seh
wir uns aber dieser Täuschung nie bewußt werden, weil sie alle
stände unseres Sinnenkreises umfaßt [1]). Andere [2]) glauben, daß die
lichkeitsverhältnisse der Netzhautbilder an und für sich keine Belehr
währen. Erst die Erziehung des Sinnes verleihe ihnen einen
Einfluß.

3761 Man sieht, daß diese Vorstellungen die Nothwendigkeit einer
ren Erklärung des Aufrechtsehens in Abrede zu stellen suchen. Di
welche ein wahres Verkehrtsehen zugeben, berufen sich darauf, d
Störung aus diesem Mißverhältnisse hervorgehen könne, weil n
Alles in einer entgegengesetzten, aber in der gleichen relativen
seitigen Lage wahrnehmen. Die Drehung der Erde entgeht aus
Gründen der unmittelbaren Auffassung. Wir bemerken sie erst, n
die Stellung unseres Aufenthaltsortes mit der nicht terrestrischer
stände vergleichen. Was uns oben erscheint, würde für die Ge
fassung unseres Gegenfüßlers zu unten werden, wenn dieser nic
lativ umgekehrte Lage einnähme.

3762 Sollten unter diesen Verhältnissen die Widersprüche gänzlich
so dürften die Zeugnisse anderer Theile unseres Körpers den wah
verhalt nicht aufdecken. Wir erfahren aber jeden Augenblick,
unser Auge senken müssen, um die Sehachse auf einen tieferen
nes Gegenstandes zu richten. Das Tastgefühl giebt dem Blind
keine andere Belehrung, als uns. Es wäre überdies auffallen
die Natur einen solchen Uebelstand, den wir mit Leichtigkeit ir
optischen Werkzeugen, z. B. bei dem Galiläischen und dem ter
in Vergleich mit dem astronomischen Fernrohre beseitigen, zu
unterlassen hätte.

3763 Manche Beobachter setzen voraus, daß wir allerdings verke
daß aber die nöthige Bewegung der Augenmuskeln und der übri
pertheile den wahren Stand der Verhältnisse allmälig offenbar
Bewegungsideen (§. 3263) oder die nach und nach gewonnene
sollte erst den richtigen Thatbestand kennen lehren. Eine andere
lung verwandter Art geht davon aus, daß die Lage des Netz
für das ungeübte Auge einflußlos sei, die Anschauungen des ge
gegen bestimmen helfe [4]). Wäre dieses der Fall, so ließe sich
daß ein Blindgeborener, dem eine geeignete Operation die Gabe
hens plötzlich verleiht, Alles in umgekehrten oder in unbestimmt

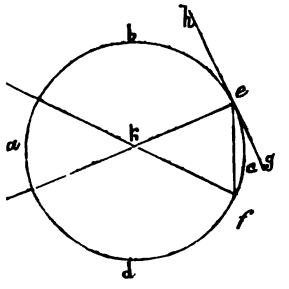
---

[1]) Siehe z. B. J. F. W. Herschel, a. a. O. S. 159. Joh. Müller
358. Vergl. auch die Zusammenstellung in A. A. Berthold, Das
scheinen der Gesichtsobjecte. Zweite vermehrte Ausgabe. Göttingen. 18
[2]) Wolfmann, a. a. O. S. 340.
[3]) J. H. Steinbach. Beitrag zur Physiologie der Sinne. Nürnberg, 181
A. A. Berthold, a. a. O. S. 69 fgg.
[4]) Wolfmann. a. a. O. S. 342.

erblickt. Wir werden in der Folge finden, daß ſich dann
ewiſſe Unvollkommenheiten für die Beurtheilung der Entfer-
einzelner hiervon abhängender Verhältniſſe kundgeben. Keine
achtung konnte aber die oben erwähnte Forderung jener Er-
ſe befriedigen [1]).

g, Brewſter [2]) und Bartels [3]) ſuchten das Aufrechtſehen 3764
nderen Wege begreiflich zu machen. Man nimmt hiernach an,
ge einer Kugel *abcd*, Fig. 283., gleicht. Fällt ein Bild *ef*

Fig. 283.



auf die Netzhaut, ſo verſetzen wir *e* ſo nach außen, daß die Linie *ei* auf der durch den Punkt *e* gelegten Tangente *gh* ſenkrecht ſteht. Da ſich aus den Eigenſchaften der Kugel ergiebt, daß *ei* durch den Mittelpunkt *k* geht, ſo folgt von ſelbſt, daß *k* dem optiſchen Mittelpunkte entſpricht. Wir haben aber früher (§. 3561.) geſehen, daß dieſes nicht der Fall iſt. Man kann daher dieſer Annahme entgegen-
ſie nicht bloß auf einer willkürlichen, ſondern ſelbſt auf einer
ichtigen Vorausſetzung beruht.

Forſcher haben bisweilen vermuthet, daß eine eigenthümliche 3765
der Nervenfaſern der Netzhaut oder des Gehirns das verkehrte
für die Wahrnehmung abermals umwendet und ſo das Auf-
erbeiführt. Die Anatomie iſt nicht im Stande, dieſe Voraus-
näheren Belegen zu unterſtützen. Die Thatſachen, die §. 3758.
9. über die Verhältniſſe des ſubjectiven Sehens und der rich-
ſung der Lage der Körper bei dem Stehen auf dem Kopfe mit-
den, widerſtreiten überdies jener Hypotheſe.

: optiſche Mittelpunkt hinter der Vorderfläche der Regenbogen- 3766
ſo glaubte man zum Ziele gelangen zu können, wenn man die
:ſes Theiles des Augapfels zu Hilfe zöge. Die Netzhaut ſelbſt
ie Helligkeitsgrade und die Farben der Bilder anzeigen, wäh-
pfindenden Nerven der Regenbogenhaut die räumlichen Bezie-
nnen ließen, mithin auch das Aufrechtſehen möglich machten [4]).
n aber, daß man die Gegenſtände durch eine noch ſo kleine
ie den Umfang der Pupille nicht erreicht und dem Auge ſo
öglich liegt, in ihrer natürlichen Lage bemerkt, daß die ſtärkſte
eiterung nach dem Einträufeln von Bilſenkraut- oder Toll-

---

erthold, a. a. O. S. 42.
wſter, Populäres vollſtändiges Handbuch der Optik. Ueberſetzt von Hart-
eipzig und Quedlinburg, 1835. 8. S. 79. 80.
Bartels, Beiträge zur Physiologie des Geſichtsſinnes. Berlin, 1834. 4.
fgg.
k, in Walther's und Ammon's Journal für Chirurgie und Augen-
e. Bd. VI. 1847. 8. S. 50 — 60.

kirschenextract das Aufrechtsehen nicht ändert, so ergiebt sich von s daß jene Vorstellung der Wahrheit widerstreiten muß [1]).

3767 Eine andere, im Wesentlichen schon von Kepler, Cartes Scheiner, Mariotte und Porterfield ausgesprochene Ansicht die §. 3758. erwähnten Verhältnisse der subjectiven Gesichtserschein auf das objective Sehen über. Wir haben bemerkt, daß die Thätigkeit wirkung eines inneren Punktes der Netzhaut verhältnißmäßig nach und umgekehrt versetzt wird, daß mithin hier gewisse sich kreuzende linien vorhanden sind. Spiegelt sich ein äußerer Gegenstand auf de haut ab, so wiederholt sich eine ähnliche Anregung für diese un entsprechende Wirkung für die Auffassung des Gesehenen. Es sich hieraus, daß der Gegenstand aufrecht erscheinen muß.

3768 Jeder Punkt der Netzhautfläche, auf der sich ein äußerer Geg abspiegelt, empfängt einen Kegel von Lichtstrahlen, die sich auf, v hinter ihr vereinigen. Denkt man sich nun, daß die Sehlinie, we zuletzt erwähnte Ansicht voraussetzt, von diesen Bedingungen urspr bestimmt werden kann, so muß der Erfolg von der Resultante jen kungen abhängen. Wir werden die Anschauung in ihrer Richtu außen versetzen. Es würde mithin die Art, wie die Lichtstrahlen d hautpunkte anregen oder in sie einströmen, das Ergebniß so lang gen, als nicht die geistige Auffassung und Deutung den Einfl wischen.

Volkmann [2]) hat dieser Anschauungsweise entgegengesetzt, daß das Gesetz rallelogrammes der Kräfte, das nur für die Mechanik gültig sei, auf die Empf nicht übertragen werden könne, weil die Massen, für die sich jene Bewegungsa tend machen sollen, mangeln. Ich glaube, daß Ansichten der Art den besten optischen Kenntnisse verleugnen. Mag man die Erscheinungen des Lichtes nach fluß- oder nach der Wellentheorie auffassen, so sind es in beiden Fällen die gew mechanischen Grundsätze, die man auf die Lichttheilchen oder auf die Aethermolec trägt. Die Wellenlehre hat zwei Verhältnisse des Sehens, die Auffassung d stärke (§. 3356.) und die der Farben, in klarer Weise begreiflich gemacht, inde nahm, daß die Lichtwellen entsprechende Wellenerschütterungen der Netzhaut Die mechanischen Grundsätze der Erhaltung der lebendigen Kräfte und der harm Schwingungen der Nebenkörper führten hier zu einem befriedigenderen Endziele, gemeine Begriffe, die nur unbestimmtere Vorstellungen zu erzeugen vermögen.

3769 Ueberblicken wir das Ganze dieser Untersuchung, so müssen w geben, daß keine der bis jetzt aufgestellten Meinungen den Forde genügt. Diejenigen Forscher, welche ein wahres Verkehrtsehen v setzen oder die Lage der Netzhautbilder für gleichgültig halten, könn Umkehrung, die in dem subjectiven Gesichtsfelde vorkommt, nicht er Nimmt man Richtungs- oder Sehlinien an, so finden sich einzelne hältnisse, in denen die Wahrnehmung ihren Vorschriften nicht ge (§. 3759.). Man muß dann voraussetzen, daß die geistige Auffassu durch die Netzhaut gegebenen Bedingungen verbessert oder selbst ge

---

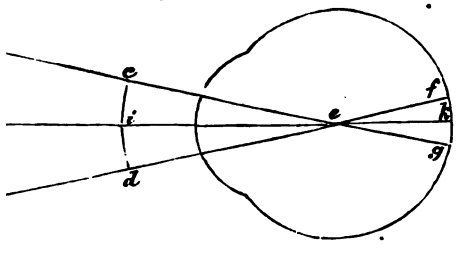
[1]) Vergl. N. Berend, Ebendaselbst. Bd. VII. S. 242 — 252.
[2]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. schweig, 1846. 8. S. 345.

Die Kenntniſſe, die wir jetzt beſitzen, reichen aber noch nicht
Vorſtellungsweiſe, zu der man durch Nebenverhältniſſe gezwun-
von den Merkmalen einer willkürlichen Annahme zu befreien.

rnehmung der flächenhaften Ausdehnung. — Sie 3770
chſt von der Größe der Netzhautbilder oder richtiger von der
Punkte, die wir mit völliger Schärfe im Einzelnen unterſchei-
Vernachläſſigt man die verhältnißmäßig unbedeutenden Verän-
welche die Lage des optiſchen Mittelpunktes mit dem Wechſel
nungen erleidet (§. 3564.), ſo wird dann der Geſichtswinkel
für das befriedigende Sehen der Größen abgeben.

n näherer kleinerer Gegenſtand *cd*, Fig. 284., denſelben Seh- 3771
winkel *ced*, wie ein entfernter größerer *ab* haben kann, ſo müſſen ſich dann die Netzhautbilder von beiden, wenn ſie ſich noch in der gehörigen Sehweite befinden, decken. Die tägliche Erfahrung vermag uns von der

Fig. 284.

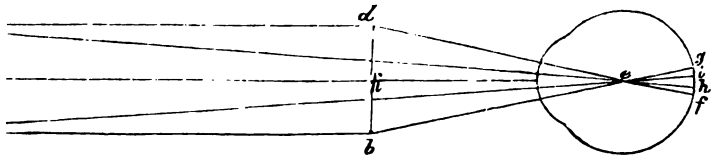


dieſes Verhältniſſes zu überzeugen. Sehr weit abſtehende Kör-
en auch verhältnißmäßig kleiner und nähere größer, weil jene
i geringeren und dieſe unter einem bedeutenderen Geſichtswinkel
den.

nau an, daß der Unterſchied *hi*, Fig. 284., der Entfernungen der geſehenen
nd *cd* den optiſchen Mittelpunkt um eine nur verſchwindend kleine Größe
nüſſen ſich die Ausdehnungen der Netzhautbilder umgekehrt, wie die Entfer-
Gegenſtände verhalten. Kann unſere Nervenhaut gleich viel Punkte an bei-
nen erkennen, ſo werden wir auch die Größen nach jener gegenſeitigen Be-
theilen. Iſt dieſes nicht der Fall, ſo wechſelt auch die Auffaſſung, weil
anderer lebendiger Maaßſtab der Wahrnehmung zum Grunde gelegt wird.

erſchiedenheit des Geſichtswinkels, unter dem wir gleich große 3772
auffaſſen, kann unſer Urtheil verfälſchen. Denken wir uns,
, Fig. 285., ſeien zwei parallele Reihen von Körpern, die ſich

Fig. 285.



ige darbieten, ſo wird der Zwiſchenraum *db* dem anderen pa-
tande *ca* gleichen. *ca* ſcheint uns nichts deſto weniger ſchma-
b zu ſein, weil wir jede Entfernung unter dem kleineren Ge-
cea und dieſe unter dem größeren *deb* erblicken. Es erklärt

kirschenextract das Aufrechtsehen nicht ändert, daß jene Vorstellung der Wahrheit widerstreiten

67 Eine andere, im Wesentlichen schon von Scheiner, Mariotte und Porterfield an die §. 3758. erwähnten Verhältnisse der subj[illegible] auf das objective Sehen über. Wir haben [illegible] wirkung eines inneren Punktes der Netzh[illegible] und umgekehrt versetzt wird, daß mithin [illegible] linien vorhanden sind. Spiegelt sich ei[illegible] haut ab, so wiederholt sich eine ä[illegible] entsprechende Wirkung für die [illegible] sich hieraus, daß der Gegenstand [illegible]

3768 Jeder Punkt der Netzhautfl[illegible] abspiegelt, empfängt einen Ke[illegible] hinter ihr vereinigen. Denk[illegible] zuletzt erwähnte Ansicht vor[illegible] bestimmt werden kann, so [illegible] kungen abhängen. Wir [illegible] außen versetzen. Es [illegible] hautpunkte anregen [illegible] gen, als nicht die [illegible] wischen.

Volkmann[1] [illegible] rallelogrammes der [illegible] nicht übertragen [illegible] tend machen [illegible] optischen Kenn[illegible] fluß- oder [illegible] mechanischen [illegible] trägt. Di[illegible] stärke [illegible] nahm, [illegible] Die [illegible] Sch[illegible] [illegible]

[illegible] ...en ä[illegible] ...s acd bil[illegible] eine bedeuten[illegible] ...nge. Der größere [illegible] daher auf unsere W[illegible] wenn sich der Weg [illegible] ...teilheit desselben oder die [illegible] ...chen Verschiebung, die a in [illegible] ...m so kleiner vorkommen, je bed[illegible] Betrachten wir aber ab aus [illegible] ...ch die verhältnißmäßige Abweichung [illegible] ...aber größer und der Weg ab steiler. [illegible] beiden Schenkel eines und desselben G[illegible] ...einander fahren, je mehr sie sich verlänge[illegible] ...er Ueberblick mit der Zunahme des Ab[illegible] ...ert (§. 3730.). Wir haben aber §. 36[illegible] ...der eine gewisse Größe besitzen müssen, [illegible] werden sollen. Es ergiebt sich hieraus, [illegible] ...en in einem nahen, als in einem fern[illegible]

3769 ... oder allgemeiner ausgedrückt, daß die Fl[illegible] ...en wahrnehmbaren Punkte erscheinen, [illegible] ...gegenstände an Ausdehnung gewinnen. Da [illegible] ...und die Schärfe der Umrisse, wie wir bald [illegible] ...e man, daß sich die nahen Körper im Ve[illegible] Die zeichnenden Künste fußen größtentheils [illegible] Oelgemälde, das die schönsten Figuren in [illegible] Auge darbietet, zeigt nur eine Reihe von [illegible] in allzugroßer Nähe. Es erklärt sich zug[illegible]

[1] Varignon, in den Memoires de l'Academie des [illegible] Vergl. auch Bougier, Ebendaselbst. 1757. pag.

...ebener Buchstaben den Eindruck einer Arabeske
...en aus der Ferne hervorrufen können.

...nstand, der eine gewisse Flächenausdehnung 3776
...r die Sehachse Punkt für Punkt weiter
...herblicke zu gelangen und das Ganze
...erkennen. Geschieht dieses aus-
... immer weiter von der Seh-
...aber das indirecte Sehen
...r aufhört, so erscheint
...n nach unten mehr,
...ezeichnet man sich
...oes einen Auges rich-
...ttes, so kann man meist

...ößenverhältnisse gewisser Gegen- 3777
...onnen haben, bestechen häufig unser
... vernachlässigen deshalb kleinere Unter-
Ein Mensch, der einen halben Meter von
... uns eben so groß, als wenn der Abstand zwei
... wir die Sonne oder den Mond dicht neben einem
...einem Walde, so halten wir jene Gestirne für umfang-
..., weil wir unserem einmal festgestellten Urtheile über das
...lder mehr trauen, als anderen Bestimmungsgliedern, die sich
...licke darbieten. Wir werden noch in der Folge auf ähnliche
... zurückzukommen Gelegenheit haben.

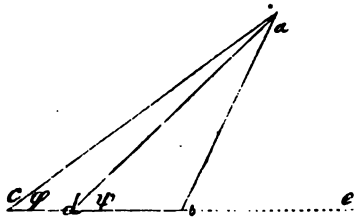
...röße der Netzhautbilder oder die zur vollständigen Uebersicht 3778
...ndung der Sehachse bestimmt nicht immer ausschließlich das
...s wir über die Ausdehnung der erblickten Oberfläche fällen.
...itzung hängt auch bisweilen von der Lichtstärke derselben ab.
...ntensität der Beleuchtung nimmt zwar mit dem Quadrate der
... ab. Lassen wir aber die schon §. 3647. angeführten Neben-
...der Brechung bei Seite, so dürfen wir zunächst erwarten, daß
...Einfluß im Auge von Neuem ausgleicht, weil sich das flächen-
...in demselben Maaße verkleinert, so wie das lineare in gleichem
... des Abstandes abnimmt. Ein und derselbe Körper müßte uns
... hell erscheinen, wir mögen uns ihm nähern oder umgekehrt
...ihm entfernen.

...Annahme setzt natürlich voraus, daß alle Strahlen, die von
...te des leuchtenden Körpers ausgehen, in jedem entsprechenden
Bildes von Neuem vereinigt werden. Könnte dagegen das Anhang Nr. 165.
...e einflußreiche Menge derselben in dem Lichtkegel eines Leucht-
...chneiden, so müßte ein näheres Bild an Helligkeit gewinnen.
...an ein brennendes Licht vor einer doppelt converen Linse so
daß das hinter ihr in einer passenden Entfernung befindliche
...ngekehrtes Bild erblickt, so wechselt die Helligkeit des von der
...euchteten Kerzenstückes mit der Entfernung des Lichtes. Rückt

sich hieraus, weshalb es uns vorkommt, als wenn eine lange Ackerfurche
und nach spitzwinkelig zusammenlaufe, als wenn sich eine gerade Allee
ihrem hinteren Ende schließe, als wenn sich die Decke und der Fußb
einer sehr ausgedehnten und niedrigen Kegelbahn wechselseitig näh
Sollten die Täuschungen vermieden werden, so müßten die sicht
Punkte so gestellt sein, daß alle den gleichen Gesichtswinkel trotz ihrer
weichenden Entfernungen darbieten. Varignon[1]) suchte schon die krm
Linie, welche diese Bedingung erfüllt, zu berechnen.

3773 Eine schief aufsteigende Reihe von Körpern stellt sich aus größer
kürzer und steiler, als in der Nähe dar. Nehmen wir an, der op
Mittelpunkt des Auges liege in *c*, Fig. 286., und der betrachtete G
stand verlaufe in der Richtung
so wird er unter dem Gesichtsw
φ aufgefaßt. Rückt das Auge
d, so vergrößert sich der Ge
winkel, weil ψ den äußeren
des Dreieckes *a c d* bildet. *a b*
daher eine bedeutendere sch
Länge. Der größere Abstand *cb*
daher auf unsere Wahrnehmun
wenn sich der Weg *a b* verkü

Fig. 286.



Wir beurtheilen die Steilheit desselben oder die Winkelgröß
nach dem Grade der seitlichen Verschiebung, die *a* in Bezug auf
det. *a b e* muß uns um so kleiner vorkommen, je bedeutender jen
dingungsglied wächst. Betrachten wir aber *a b* aus weiterer Fe
verringert sich auch die verhältnißmäßige Abweichung von *a* und
erscheint uns daher größer und der Weg *a b* steiler.

3774 Da die beiden Schenkel eines und desselben Gesichtswinkels
weiter aus einander fahren, je mehr sie sich verlängern, so folgt v
daß sich unser Ueberblick mit der Zunahme des Abstandes des
feldes erweitert (§. 3730.). Wir haben aber §. 3690 ff. gesehen,
Netzhautbilder eine gewisse Größe besitzen müssen, wenn sie no
genommen werden sollen. Es ergiebt sich hieraus, daß wir meh
Einzelheiten in einem nahen, als in einem fernen Gegenstand
scheiden, oder allgemeiner ausgedrückt, daß die Flächen, die uns
die feinsten wahrnehmbaren Punkte erscheinen, mit der Entfern
Leuchtgegenstände an Ausdehnung gewinnen. Da aber hierbei d
stärke und die Schärfe der Umrisse, wie wir bald sehen werden, a
so sieht man, daß sich die nahen Körper im Vortheil befinden.

3775 Die zeichnenden Künste fußen größtentheils auf diesen Verh
Ein Oelgemälde, das die schönsten Figuren in der nöthigen En
dem Auge darbietet, zeigt nur eine Reihe von Strichen und Fa
nern in allzugroßer Nähe. Es erklärt sich zugleich, weshalb zw

[1]) Varignon, in den Mémoires de l'Académie des sciences. Paris. 1717.
Vergl. auch Bougier, Ebendaselbst. 1757. pag. 156.

eiben geschriebener Buchstaben den Eindruck einer Arabeske
Federzeichnungen aus der Ferne hervorrufen können.

ten wir einen Gegenstand, der eine gewisse Flächenausdehnung 3776
hren wir in der Regel die Sehachse Punkt für Punkt weiter
zu einem vollständigen Ueberblicke zu gelangen und das Ganze
ege des directen Sehens zu erkennen. Geschieht dieses aus-
nicht, so werden die Theile, die immer weiter von der Seh-
undeutlicher wahrgenommen. Da aber das indirecte Sehen
r Richtung früher, als in wagerechter aufhört, so erscheint
genstand, wenn er groß genug ist, von oben nach unten mehr,
r Seite zur anderen verkürzt zu sein. Bezeichnet man sich
gen Punkt, auf den man die Sehachse des einen Auges rich-
Mitte eines quadratischen Papierblattes, so kann man meist
wähnten Unterschied wahrnehmen.

nntnisse, die wir über die Größenverhältnisse gewisser Gegen- 3777
rüheren Erfahrungen gewonnen haben, bestechen häufig unser
nderen Fällen. Wir vernachlässigen deshalb kleinere Unter-
Gesichtswinkels. Ein Mensch, der einen halben Meter von
ist, erscheint uns eben so groß, als wenn der Abstand zwei
gt. Sehen wir die Sonne oder den Mond dicht neben einem
e oder einem Walde, so halten wir jene Gestirne für umfang-
sonst, weil wir unserem einmal festgestellten Urtheile über das
ilder mehr trauen, als anderen Bestimmungsgliedern, die sich
icke darbieten. Wir werden noch in der Folge auf ähnliche
zurückzukommen Gelegenheit haben.

röße der Netzhautbilder oder die zur vollständigen Uebersicht 3778
ndung der Sehachse bestimmt nicht immer ausschließlich das
s wir über die Ausdehnung der erblickten Oberfläche fällen.
gung hängt auch bisweilen von der Lichtstärke derselben ab.
ntensität der Beleuchtung nimmt zwar mit dem Quadrate der
ab. Lassen wir aber die schon §. 3647. angeführten Neben-
er Brechung bei Seite, so dürfen wir zunächst erwarten, daß
einfluß im Auge von Neuem ausgleicht, weil sich das flächen-
n demselben Maaße verkleinert, so wie das lineare in gleichem
des Abstandes abnimmt. Ein und derselbe Körper müßte uns
hell erscheinen, wir mögen uns ihm nähern oder umgekehrt
ihm entfernen.

Innahme setzt natürlich voraus, daß alle Strahlen, die von
e des leuchtenden Körpers ausgehen, in jedem entsprechenden
Bildes von Neuem vereinigt werden. Könnte dagegen das Anhang Nr. 165.
e einflußreiche Menge derselben in dem Lichtkegel eines Leucht-
hneiden, so müßte ein näheres Bild an Helligkeit gewinnen.
an ein brennendes Licht vor einer doppelt converen Linse so
daß das hinter ihr in einer passenden Entfernung befindliche
ngekehrtes Bild erblickt, so wechselt die Helligkeit des von der
uchteten Kerzenstückes mit der Entfernung des Lichtes. Rückt

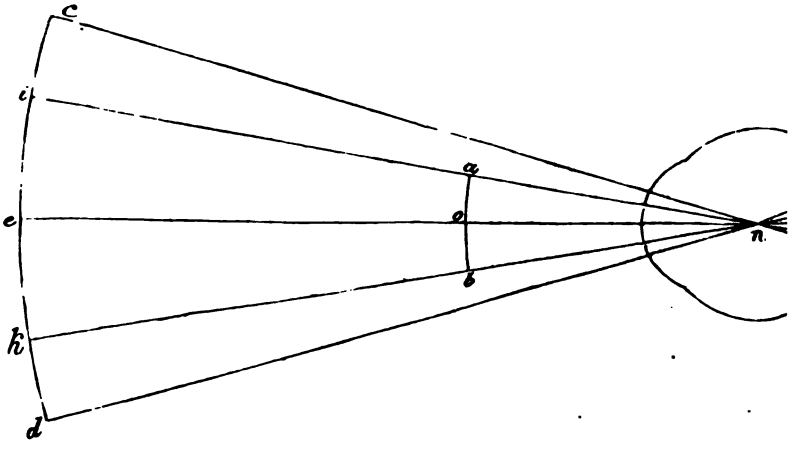
dieses näher und vergrößert sich auf diese Weise das Bild, so auch die Lichtstärke zu. Fängt man die Bilder zweier ungleich en Körper auf zwei in den passenden Abständen befindlichen Schirm so kann man den gleichen Unterschied wahrnehmen.

3779 Befinden sich zwei ungleich beleuchtete Körper in ungefähr Entfernungen vom Auge, so halten wir nicht selten den heller glänzenden für näher, als den entfernteren. Die von der Sonne nenen Gletscherflächen der Alpen, glänzende Wasserspiegel und Körper können Täuschungen der Art herbeiführen. Besteht ein aus sehr glänzenden und aus matten oder dunklen Flächen, so pfle Körperlichkeit schärfer als bei gleichförmigerer Beleuchtung hervorz Wir suchen so die stärkere Erschütterung der Netzhautmolecüle mi größeren Nähe des anregenden Körpers in Beziehung zu bringen.

3780 Weichen zwei Körper in ihrer Lichtstärke und in ihren Entfer ab, so kann natürlich eine Ausgleichung oder eine Erhöhung de verhältnisses stattfinden. Eine größere Helligkeit wird uns aber lei eine bedeutendere Nähe und umgekehrt schließen lassen. Täuschung nen auf diesem Wege mit Leichtigkeit zu Stande kommen. Wird ein das auf einem fernen Berge liegt, von der Sonne einseitig erleuc versetzen wir es in eine größere Nähe, als bei bedecktem Himme blicken wir des Nachts eine Feuersbrunst, so verlegen wir sie in e ringere Entfernung, als am Tage.

3781 Die Verhältnisse des Gesichtswinkels führen bisweilen ebens irriger Beurtheilung der Größe und der Entfernung. Nehmen w *a b*, Fig. 287., sei ein näherer Gegenstand, den wir unter dem G

Fig. 287.



winkel *a n b*, und *c d* ein entfernterer größerer Körper, den wir *c n d* wahrnehmen, so halten wir natürlich *c d* trotz seiner bedeute Entfernung für größer, als *a b*. Unser Urtheil hängt aber wesentli von ab, ob noch andere Gegenstände von zunehmender Größe zu *a b* und *c d* liegen. Ist dieses der Fall, gehen wir gewissermaße

nem immer bedeutenderen Gesichtswinkel zum anderen über, so scheint
s *cd* verhältnißmäßig ausgedehnter und entfernter zu sein, als wenn
ner nicht stattfindet.

Betrachten wir z. B. mehrere Gebirgsketten, die sich terrassenförmig 3782
nter einander erheben, aus großer Ferne, so entgehen uns die wechsel-
itigen Abstände der einzelnen Höhenzüge mehr oder minder, weil die
ist keine weiteren Anhaltpunkte zum Vergleiche darbietet. Sammeln sich
olken zwischen je zwei Gebirgsreihen, so wird schon unser Urtheil ver-
ssert. Besteigen wir die eine Hügelkette, so liefern uns die Bäume
d Häuser des zwischen ihr und der folgenden Bergreihe befindlichen
halgrundes sicherere Anhaltpunkte.

Liegt kein sichtbarer Körper zwischen unserem Auge und dem Gegen- 3783
nde, so halten wir ihn für kleiner und vorzüglich für weit näher, als
wahrhaft ist. Befinden wir uns auf einer hohen Spitze, wie der
engernalp oder dem Faulhorn, der nur noch höhere Gletscherberge gegen-
erliegen, so halten wir diese für sehr nahe, wenn auch noch ihr un-
ittelbarer Abstand eine Reihe von Stunden beträgt. Aehnliche Täu-
ungen wiederholen sich in Sandwüsten oder auf offenem Meere. Selbst
übte Schützen wollen schon hier häufig anlegen, wenn sich noch das
ier außerhalb der Schußweite befindet. Daher auch die Regel, in sol-
n Fällen nie früher auf größere Geschöpfe zu schießen, als bis man
ren Augen deutlich wahrnimmt. Es erklärt sich auch aus den oben an-
führten Verhältnissen, weshalb uns das Himmelsgewölbe nicht wie eine
llkommene Kugelschale, sondern nach dem Mittagskreise zu abgeplattet
scheint und aus welchem Grunde wir die Sonne, abgesehen von den
nflüssen der Strahlenbrechung, in der Mittagshöhe kleiner, als an dem
rizonte sehen.

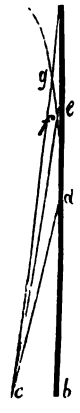
Ist es uns möglich, viele Einzelnheiten von kleinerem Umfange an 3784
nem fernen Gegenstande zu unterscheiden, so glauben wir auch unwill-
rlich, daß er unserem Auge näher liege. Dieses ist der Grund, wes-
lb optische Instrumente, wie Fernröhre, welche den Gesichtswinkel ver-
ößern (§. 3709.), den scheinbaren Abstand verkleinern. Ein Operngucker
ßt uns das Gesicht eines Menschen genauer erkennen und rückt es uns
gleich um Vieles näher. Mögen wir auch wissen, daß dieses eine Täu-
ung sei, so können wir sie doch nicht zurückweisen.

Die Beleuchtung gewinnt hier einen wesentlichen Einfluß. Ist z. B. 3785
r Himmel klar, die Luft sehr rein und bescheint die Sonne die aus-
dehnten Gletschermassen der Hochalpenkette, so erblicken wir weiße ein-
rmigere Flächen, an denen wir eine geringere Zahl einzelner verschie-
ner Körper unterscheiden. Es kommt uns daher auch vor, als wenn
s Ganze in verhältnißmäßig weiterer Ferne liege. Ist hingegen der
immel bedeckt, die Luft mit Wasserdünsten geschwängert und werden die
ebirge nicht so günstig beleuchtet, so erkennt man die Schluchten und
e nackten Felswände als dunkle und die Gletscher als helle Flächen.
ie Alpen scheinen daher um Vieles näher zu liegen. Man schließt hier-
s an vielen Orten, daß schlechtes Wetter binnen Kurzem eintrete.

3786 Diese Thatsachen müssen uns überzeugen, daß die Beurtheilung der Entfernung und selbst zum Theil die der Größe der Gegenstände von Schlüssen, die wir auf dem Wege der Erfahrung gewonnen haben, in hohem Grade abhängt [1]). Der Erwachsene täuscht sich häufig vermöge der optischen Nebenbedingungen. Er nimmt die Verhältnisse unrichtig wahr, wenn selbst sein Geist genau weiß, daß seine Anschauung fehlerhaft ist. Mangelt aber die Uebung, so treten die Irrungen noch schärfer hervor. Ein kleines Kind greift nach dem fernen Spiegelbilde einer Lichtflamme, als wenn es dieses mit seinen Händen erreichen könnte. Es vergehen immer Monate, bis es genauer unterscheiden lernt, was näher liegt und was sich in weiteren Abständen befindet. Blindgeborene, die ihr Augenlicht durch eine Operation erhalten haben, sehen Alles im Anfange flächenhafter ausgebreitet. Die Gegenstände kommen ihnen oft größer vor, als sie nach ihren früheren, durch die Tastwerkzeuge gebildeten Begriffen annahmen, weil die Netzhaut, wie wir später finden werden, einen gleichsam feineren Maaßstab, als die Haut, abgiebt. Die Beziehung der Gesichtswerkzeuge führt auch hier allmälig zu einem befriedigenderen Ergebnisse.

3787 Die Täuschungen, denen die Auffassung der Längenabstände ausgesetzt ist, können bisweilen ein unrichtiges Urtheil über die Gestalt der Körper veranlassen. Legen wir uns auf den Boden, dicht neben der Wand eines hohen senkrecht emporgehenden Hauses oder Thurmes, so kommt es uns vor, als neige sich das obere Ende von diesem über uns hinaus. Gesetzt, ab, Fig. 288., sei der Gegenstand und c der optische Mittelpunkt des Auges, so wollen wir annehmen, daß wir cd richtig auffassen.

Fig. 288.



ce erscheint uns dann verkürzt als cf und ca als cg. Da sich dieses Punkt für Punkt wiederholt, so glauben wir die krumme Fläche dfg statt der geraden dea wahrzunehmen. Es erklärt sich auf dieselbe Weise, weshalb wir den glatten Spiegel des vollkommen ruhigen Meeres nicht eben, sondern conver erblicken.

3788 Die perspectivische Auffassung kann ebenfalls mancherlei Täuschungen unter gewissen Nebenverhältnissen unterworfen sein. Wir wollen einige Beispiele, die noch nicht mit gehöriger Sicherheit erklärt worden, näher betrachten.

Erscheint uns eine Gebirgskette, wie die Reihe der Hochalpen, bei gewöhnlicher Auffassung flächenhafter und einförmiger, so zeigt sich das Ganze bei weitem perspectivischer, wenn man den im Ellenbogen gebeugten Arm vor die Stirn bringt, sich wagerecht hinlegt oder mit niedergesenktem Kopfe durch die auseinander gespreizten Beine hindurchsieht. Glühen die Alpen bei dem Sonnenuntergange in rothem Lichte, so gelingt der Versuch am auffallendsten.

---

[1]) Vergl. auch H. Meyer, in Roser's u. Wunderlich's medicinischer Vierteljahrsschrift. Bd. I. 1842. 8. S. 316 — 326.

ter [1]) glaubte die Erscheinung dadurch erklären zu können, daß mehr Blut künstlichen Verhältnissen zur Netzhaut ströme. Diese werde daher empfind- cheide eine größere Zahl von einzelnen Punkten und führe auf diese Weise zu i Auffassung der Perspective. Wäre dieses der Fall, so müßten die einzelnen Gebirgskette größer und näher erscheinen. Wir bemerken aber eher das Um- da wir die Veränderung schon bei bloßer Beschattung des Auges durch den wahrnehmen, so liegt auch kein Grund vor, einen angeblich bedeutenderen als die Ursache der richtigeren Wahrnehmung zu betrachten.

[2]) leitete sie davon her, daß uns ein senkrechter Gegenstand größer, als ein erscheint. Legen wir zwei gleich große Papierstreifen kreuzweise auf einen tergrund, so komme es uns vor, als sei der senkrechte der längere. Unser kann aber schon in diesem Versuche jene Täuschung vorzüglich bei wieder- chtung beseitigen. Wir sehen sogar bisweilen den senkrechten Streifen kürzer Solche Wechselfälle kommen bei der Betrachtung der Gebirgskette nicht tten wir das Auge mit unserem Arm, so sehen wir die Alpenkette unter dern, wie früher. Wir erblicken aber dessen ungeachtet das Ganze um Vie- ischer. Es kann jene Thatsache den Verhältnissen nicht zum Grunde liegen- en §. 3702. gefunden, daß sich die Wahrnehmbarkeit der einzelnen Punkte stände vergrößert, so wie wir das störende Seitenlicht vom Auge abhalten. macht sich auch in unserem Versuche geltend. Wir unterscheiden daher die Vorsprünge und Abstände, die Lichter und die Schatten der einzelnen Berg- ter. Dieses führt uns zunächst zu einer besseren Erkenntniß der Perspective. dann die einzelnen Flächen weiter hinausrücken und auf verschiedene Ent- rtheilen, so halten wir sie auch für kleiner und nicht für größer, als früher. ungsweise wird noch dadurch unterstützt, daß uns eine Landschaft perspectivi- wie wir sie durch eine feine Oeffnung betrachten.

einem Maler unmöglich, eine bergab laufende Straße so dar- 3789
ls wenn sich das Auge des Beschauers auf dem höchsten Punkte efände und von hier aus hinabsähe. Das Ganze macht immer ick, als wenn die Straße in die Höhe stiege. Die Daguerreo- ühren zu derselben Täuschung, zum Beweise, daß hier kein Zeichnung oder der Licht- und Schattenvertheilung die Schuld

dritte, schon von Hooke und Jablot beobachtete Täuschung 3790
tivischen Verhältnisse tritt nicht selten bei dem Gebrauche des s auf. Betrachtet man nämlich ein Geldstück unter dem Ver- glase, so kommt es uns bisweilen im ersten Augenblicke vor, die Erhabenheiten des Gepräges eben oder sogar vertieft seien. im verschwindet häufig binnen kurzer Zeit. Wir sehen die ein- ile in ihren richtigen Verhältnissen. Wiederholen wir dann die g, so kehrt die Täuschung nicht wieder. Sie fehlt auch nicht vorn herein. Die bedeutendere Lichtstärke der erhabenen Flä- hier vor Allem unser Urtheil zu bestechen [3]).

rnehmung der Bewegung der Körper. — Dreierlei 3791
igungen, die Ortsverrückung des Netzhautbildes, die nöthige des Augapfels oder beide Verhältnisse zugleich können uns schlie- daß ein erblickter Gegenstand seine Stellung wechselt.

---

ter, in l'Institut. 1842. Nro. 382. p. 139. 140.
, im Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie. Braunschweig, 1845. 8. S 126.
auch Wheastone in Poggendorff's Annalen. Ergänzungsband zu . Leipzig, 1842. 8. S. 26 — 30.

Ruht der Augapfel, so wird das Netzhautbild eines bewegten Körpers immer andere Stellen der Nervenhaut berühren. Die verschiedenen Grade der Deutlichkeit und die Lagenbeziehungen, unter denen es sich darstellt, leiten hierbei vor Allem das Urtheil. Denken wir uns, der Körper befände sich im Anfange in der Verlängerung der Sehachse, so wird er um so unklarer erscheinen, je weiter er fortrückt. Er muß endlich zuletzt aus dem Gesichtsfelde gänzlich schwinden. Er deckt zugleich nach und nach immer andere Körper, die unter dem gleichen Gesichtswinkel, wie er, erblickt werden. Beide Beziehungen, oder auch nur die zuerst genannte Veränderung allein, sichern die Wahrnehmung der Bewegung.

Verfolgen wir dagegen die Ortsveränderung eines Gegenstandes, so gehen wir ihm gleichsam mit unserer Sehachse nach. Die bewußte nöthige Drehung des Augapfels belehrt hier unmittelbar über den Zustand der Unruhe, in dem sich der Körper befindet. Die genaue Betrachtung der Bewegung der Körper fußt vorzugsweise auf dieser Art von Wahrnehmung.

Die bloße Bewegung der Augenmuskeln führt noch nicht zu dem Urtheile, daß die Gegenstände, die wir wahrgenommen haben, ihren Ort verändern. Nehmen wir immer andere Punkte am deutlichsten wahr, so schließen wir im Gegentheil auf Ruhe. Bleibt dagegen derselbe Körper trotz der Veränderung der Augenstellung in der Verlängerung der Sehachse, so wissen wir, daß sich nicht bloß unser Augapfel, sondern auch der abgespiegelte Leuchtpunkt bewegt habe. Eine gleichartige Verrückung des Gegenstandes und des Augapfels kann daher auch die Auffassung stören.

Betrachtet man ein helles Licht, bis ein Nachbild für einige Zeit zurückbleibt, und wendet dann den Blick willkürlich nach der einen oder der anderen Seite, so folgt das Nachbild den Wendungen des Auges, während die übrigen Gegenstände des Gesichtskreises ihre Orte behaupten. Verschiebt man dagegen den Augapfel durch den Druck des Fingers, so behält das Nachbild nach Ruete[1]) seine frühere Stellung. Die übrigen gesehenen Gegenstände wechseln dagegen ihre Stellungen.

3792 Eine Reihe von Täuschungen kommt unter diesen Verhältnissen mit Leichtigkeit zu Stande. Haben wir eine Arabeske eines gemalten Zimmers in's Auge gefaßt und richten dann schnell unseren Blick auf eine zweite ähnliche Verzierung, so entgeht uns bisweilen im Augenblicke das Bewußtsein der Thätigkeit unserer Augenmuskeln. Wir glauben, daß die Arabeske selbst schnell fortrückt.

3793 Verhält sich unser Körper völlig ruhig, während die Bilder der Gegenstände auf unserer Netzhaut dahingleiten, so ist ein Irrthum noch leichter möglich. Fahren wir in einem Wagen oder auf einem Schiffe, so kommt es uns vor, als wenn die Körper, die wir auf dem Wege erblicken, in entgegengesetzter Bahn dahineilen. Die Täuschung findet sich am leichtesten ein, wenn die Fortbewegung einen gewissen Grad von Schnelligkeit erreicht. Erlangt sie eine sehr große Geschwindigkeit, so soll die scheinbare Richtung der Ortsveränderung des gesehenen Gegenstandes mit der wahren des Menschen übereinstimmen[2]).

[1]) Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie. Braunschweig, 1845. 8. S. 135. 136.
[2]) G. Th. Fechner, Repertorium der Experimentalphysik. Bd. II. Leipzig, 1832. Seite 227. 228.

Es ereignet sich bisweilen, daß wir umgekehrt die Bewegungen der 3794
blickten Gegenstände auf unseren eigenen Körper übertragen. Betrachtet
n Mensch, der auf einer Brücke steht, den Lauf eines reißenden Stro-
s anhaltend, so scheint es ihm zuletzt, daß er selbst mit der Brücke
tschreitet. Eindrücke des Schwindels gesellen sich dann leicht zu dieser
sichtstäuschung.

Gleitet ein ferner Körper an einem anderen dahin, so hängt es bis- 3795
ilen von uns oder von dem Grade unserer Aufmerksamkeit ab, welchem
genstande wir die Ortsveränderung zuschreiben. Treten Wolken vor
n Mond, so kann es uns abwechselnd vorkommen, als wenn jener ruhte
d diese sich bewegten oder umgekehrt.

Die fortgesetzte Betrachtung einer lebhaften Bewegung kann ein Nach- 3796
d in dem Auge zurücklassen. Sehen wir einen größeren Wasserfall eine
t lang unverrückt an und richten wir unseren Blick auf eine nackte Fels-
nd, so kommt es uns bisweilen vor, als wenn diese nach oben ginge [1])
r als wenn ihre Fläche ein ausgedehntes Wallen oder Flimmern
böte.

Der Schwindel verbindet sich mit einer Reihe von Scheinbewegungen und mit an-
n Trübungen des Sehens. Hat sich ein Mensch bei aufrechtem Kopfe um die Län-
chse des Körpers zu wiederholten Malen gedreht und steht er dann still, so scheinen
Gegenstände in einer wagerechten Ebene, die auf der Längenachse des Kopfes und des
mpfes senkrecht steht, im Kreise herumzugehen. Neigte er dagegen den Kopf bei den
eren Bewegungen nach einer Seite, so schneidet zwar die Ebene des scheinbaren Dreh-
es die Längenachse des Kopfes ebenfalls senkrecht, die des Rumpfes dagegen schief.
r stürmische Drehbewegungen haben auch lebhafte Bewegungen der Augen zur Folge.
nche Menschen können daher den Schwindel beseitigen, wenn sie einen Gegenstand
rend des Drehens genau betrachten. Wie aber diese Folgen in einzelnen Personen
ter und in anderen schwieriger zu Stande kommen, wie Gewohnheit und Uebung
Auftreten der Störung beseitigen, so können auch Manche schon schwindelig werden,
n auch ihre Augen keine ungewöhnlichen Ortsveränderungen vornehmen. Die aus-
lichste Versuchsreihe über diesen Gegenstand lieferte J. E. Purkinje in den Medi-
schen Jahrbüchern des österreichischen Staates. Bd. VI. S. 15.

Bewegt sich ein Mensch mit großer Geschwindigkeit fort, fährt er 3797
B. auf einer Eisenbahn, so kommen ihm die Bäume und andere Ge-
stände des Weges zu klein vor. Dove [2]) bemerkte auch das Umge-
rte. Hatte er höhere Gebirgswände eine Zeit lang in's Auge gefaßt,
erschien ihm der Raum des Wagens wie ein großer Saal. Die Schnel-
keit, mit der Längenabstände des Weges durcheilt werden, führt leicht
unrichtigen Urtheilen über die Größe der erblickten Körper.

Sollen wir die Bewegung eines Körpers wahrnehmen, so muß seine 3798
schwindigkeit eine gewisse Grenze überschreiten. Unser freies Auge kann
her auch das Fortrücken der meisten Gestirne nicht verfolgen. Betrach-
man diese dagegen in einem Fernrohre unter hinreichend starker Ver-

[1]) Addams, in The London and Edinburgh Philosophical Magazine. London. 1834. 8. Novemb. pag. 373.
[2]) Dove, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Dritte Reihe. Bd. XI. Leipzig, 1847. 8. S. 118.

größerung, so ist man eher im Stande, die Bewegung einzelner Planeten zu bemerken, weil die scheinbare Geschwindigkeit vermehrt wird (Bd. I. § [illegible]).

3799 Porterfield[1] glaubte, daß wir die Ortsveränderung eines Körpers nicht mehr unterscheiden, wenn sich der von ihm in einer Zeitsecunde durchlaufene Weg zu der Entfernung vom Auge, wie 1 zu 1400 verhält. Dieses giebt [illegible] als Winkelgeschwindigkeit. Obgleich Poor[2] von denselben Grundwerthen, wie Porterfield ausgeht, so soll doch nach ihm der Winkelwerth nur 15 Secunden betragen. Der Abstand des Leuchtpunktes müßte aber dann 13750 mal so weit, als die in der Secunde durchsetzte Bahn betragen. Schmidt führt an, daß man die Bewegung eines Sternes bei einer Verschiebung des Gesichtswinkels, die [illegible] Maaßsecunden in der Zeitsecunde beschreibt, wahrnimmt. Die Ortsveränderung des Minutenzeigers einer Taschenuhr komme aber erst bei einer Secundengeschwindigkeit von 0°2'15" zum Vorschein. Muncke[3] konnte noch das Fortrücken eines Zeigers, dessen Länge 9,1 Linien glich und der sich auf blendend weißem Grunde drehte, in einer Entfernung von [illegible] Zoll verfolgen. Dieses giebt eine Winkelbewegung von 34 Maaßsecunden.

3800 Ich bin noch nicht im Stande, die Bewegung eines vergoldeten Minutenzeigers, dessen Länge 14½ Mm beträgt, mit freiem Auge bei gutem Tageslichte wahrzunehmen. Ich sehe sie aber, wenn ich eine Lupe, die [illegible] mal vergrößert, gebrauche. Da mir dann das Bild ungefähr 12 Centimeter vom Auge entfernt erscheint, so erhalten wir 0°1'5" als Secundengeschwindigkeit der Drehung. Beträgt die Länge des vergoldeten Zeigers einer anderen Uhr 18 Mm, so nehme ich das Fortrücken bei sehr scharfer Auffassung in hellem Lichte 4 Zoll oder 10,8 Mm. vom Auge entfernt eben noch wahr. Ich würde jedoch das Ganze bei irgend flüchtiger Betrachtung für ruhig halten. Der Grenzwerth des Winkels beträgt hier ab gerade eine Maaßminute. Gebrauche ich endlich eine Lupe, die [illegible] aber für ungefähr 4 Zoll Sehweite vergrößert, so kann ich die Ortsbewegung des Zeigers deutlich auffassen. Die Winkelgeschwindigkeit gleicht dann nahebei 1½ Maaßminuten. Wir können daher annehmen, daß dieser Werth unter den oben erwähnten Verhältnissen 1 bis [illegible] Bogenminuten für eine Zeitsecunde und für meine Augen beträgt. Der durchlaufene Raum verhält sich dann zu der Entfernung des Leuchtpunktes wie [illegible] bis [illegible].

3801 Es versteht sich von selbst, daß alle Verhältnisse, welche die Wahrnehmung der kleinsten Netzhautbilder oder die Auffassung des spitzesten Gesichtswinkels bestimmen (§ [illegible]), ihre Einflüsse für die uns hier beschäftigende Frage ebenfalls geltend machen. Die Lichtstärke, der Glanz und die Farbe des betrachteten Gegenstandes, die Beschaffenheit des Hin-

[1] [illegible] Lausannae 1763. 4. p. 526.
[2] [illegible] 1781. [illegible] 180.
[3] [illegible] 1828. [illegible] S. 1457.

, die Durchsichtigkeit der dazwischen befindlichen Luft und die
s Gesichts bestimmen hier zunächst den Erfolg. Zwei andere
esellen sich aber noch hinzu. Befindet sich ein ruhender, dem
ilender Körper neben dem bewegten, so nehmen wir die klein-
eränderungen von diesem leichter wahr. Geht der Zeiger un-
n den Strichen des Zifferblattes dahin, so bemerken wir auch
icken besser. Das zweite einflußreiche Nebenverhältniß bildet
u erläuternde Dauer des Netzhauteindruckes. Die Ortsver-
nmt um so eher zum Bewußtsein, je weniger jene störend ein-
m Stande ist. Die Irradiation kann ebenfalls noch den nöthi-
lwerth ändern.

aben eben gesehen, daß wir sehr kleine Winkelbewegungen nicht 3802
Dieses erklärt eine Thatsache, die zugleich mit der bald zu
en Dauer des Netzhauteindruckes innig verknüpft ist. Dreht
Scheibe, Fig. 289., die abwechselnd in eine Reihe schwarzer
289. und weißer Sectoren getheilt ist, im Dunkeln mit gro-
ßer Geschwindigkeit und beleuchtet sie für eine äußerst
kurze Zeit z. B. durch einen elektrischen Funken, so
scheint das Ganze still zu stehen. Man erkennt ge-
nau die einzelnen hellen und dunklen Kreisausschnitte [1]).
Die Zeit ist hier zu kurz (Bd. I. §. 250.), als daß
die Bewegung wahrgenommen werden könnte.

Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß wir jede 3803
eines Körpers etwas später, als sie wahrhaft beginnt oder als
ng zu unserem Auge gelangt, wahrnehmen. Lassen wir die
Netzhauteindruckes bei Seite, so muß eine gewisse Zeit ver-
die kleinste Winkelbewegung, die wir aufzufassen im Stande
stellt worden. Diese wird sich aber um so früher, je mehr die
it der Ortsveränderung wächst, einfinden. Alle Nebenbedingun-
e den Werth jenes kleinsten Winkels bestimmen, müssen sich
eltend machen.

r des Netzhauteindruckes. — Das Bild eines gesehenen 3804
es schwindet nicht in demselben Augenblicke, in welchem der
r entfernt wird. Es klingt vielmehr eine Zeit lang nach. Eine
icher Erfahrungen erhärtet dieses Verhältniß.

igt man eine glühende Kohle an einem Drahte und dreht sie 3805
reise herum, so kann man die helle Masse auf ihrem Umlaufe
: Schritt verfolgen, so lange die Geschwindigkeit der Orts-
g eine gewisse Grenze nicht überschreitet. Wird dagegen die
rascher, so erhalten wir den Eindruck eines ununterbrochenen
reises, weil das Bild einer Bahnstelle noch nicht geschwunden
ich schon die Kohle an einem anderen Punkte ihres Weges be-

---

n, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XIV.
845. 8. p. 137. und Dove, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXXI.
1847. 8. S. 100.

findet. Einzelne ergriffene Netzhautstellen liegen dann mehr oder minder von der mathematischen Verlängerung der Sehachse entfernt.

Dreht sich ein Glasstab, der von oben nach unten spiralig ausgefurcht ist, mit hinreichender Geschwindigkeit um seine Längenachse, so gewinnt das Ganze den Anschein eines auslaufenden Wasserstrahles (Bd. I §. 217.). Man bringt daher nicht selten solche Zierrathen an Stockuhren an. Der Blitz, rasch niederfallende Sternschnuppen oder schnell aufsteigende Raketen erzeugen den Eindruck eines ununterbrochenen Lichtstreifens. Wir unterscheiden nicht mehr die einzelnen Speichen eines geschwind bewegten Rades. Dreht es sich etwas langsamer und betrachten wir es durch ein Gitterwerk, so kommt es uns vor, als seien die Speichen gebogen [1]) und nicht gerade. Das Räderorgan der Räderthiere macht aus gleichem Grunde den Eindruck eines ununterbrochenen hellen Kreisbandes. Ueber ähnliche Täuschungen, welche sich bei dem Drehen der Bügel der Abplattungsmodelle der Erde zeigen, s. Emsmann in Poggendorff's Annalen, Bd. LXIV. Leipzig, 1845. 8. S. 326 — 332.

3806 Wie die Annahme von Wellenbewegungen die Einflüsse der Lichtstärke erklären kann (§. 3356.), so ist sie auch im Stande, von der Dauer des Netzhauteindruckes Rechenschaft zu geben. Setzen wir voraus, daß die Bewegungen der Aethermolecüle Schwingungen der Nervengebilde erzeugen, so werden die Wellen auch ohne neue Erschütterungen so lange fortdauern, als ihre lebendige Kraft auf dem Wege der Mittheilung nicht aufgezehrt worden. Die Dauer des Netzhauteindruckes bildet auf diese Weise eine Folge der mechanischen Verhältnisse.

3807 Kennt man die Zeit, die ein Umlauf des Körpers nöthig hat, so findet man die gesuchte Dauer des Netzhauteindruckes, wenn man die Breite der leuchtenden Masse von der Größe der Drehungsbahn abzieht und den hierfür nöthigen Zeitwerth berechnet. Darf man den Durchmesser der geschwungenen Masse ohne wesentliche Irrung vernachlässigen, so führt die Ermittelung der Geschwindigkeit der Bewegung sogleich zum Ziele.

3808 Mehrere ältere Forscher benutzten den §. 3805. erwähnten Kohlenversuch, um die hier in Betracht kommenden Zeitwerthe zu bestimmen. D'Arcy kam dabei auf 8, Cavallo auf 6 und Segner im Allgemeinen auf 30 Tertien. Betrachtete Parrot eine glühende Kohle, die in einem dunkeln Zimmer mit 6,8 Fuß oder 2,2 Meter Schnelligkeit geschwungen wurde, so erhielt er 15 Tertien. Wiederholte er den Versuch in einem hellen Raume und mit einer Drehgeschwindigkeit von 10 Fuß oder 3,2 Meter, so fand er nur 10 Tertien. Man kann hiernach im Allgemeinen annehmen, daß die Dauer des Netzhauteindruckes einer geschwungenen glühenden Kohle den zehnten Theil bis die Hälfte einer Secunde in Anspruch nimmt.

3809 Plateau [2]) verfolgte den Gegenstand ausführlicher, als seine Ver-

[1]) Eine Abbildung der Krümmungslinien findet sich bei Fechner, a. a. O. Taf. IV. Fig. 37. Radicke, a. a. O. Taf. IV. Fig. 91.

[2]) Plateau, in Poggendorff's Annalen. Bd. XX. S. 304. Fechner's Repertorium der Physik. Band II. Leipzig, 1832. 8. S. 210.

Er bediente ſich, wie D'Arcy, eines aus mehreren Rädern zu-
:ſetzten Getriebes, in dem die bedeutende Schnelligkeit der Dre-
letzten mit der vom Auge erblickten Zeichnungsſcheibe verſehenen
ıs der weit geringeren Geſchwindigkeit des erſten Rades berech-
en konnte. War dann z. B. die Scheibe mit einem rothen, gel-
blauen Quadranten bezeichnet, ſo glich natürlich die Dauer des
indruckes ¾ einer Umlaufszeit, bei der eine gleichförmige Fär-
ganzen Scheibe wahrgenommen wurde. Eine Fläche ſchwarzen
bildete hierbei den Hintergrund.

len wir die Werthe, die Plateau für einzelne Farben aus je 3810
bachtungen erhalten hat, zuſammen, ſo finden wir:

be des ranten.	Zeitdauer des Netzhauteindruckes. in Secunden. Maximum.	Minimum	Mittel.	in Tertien. Maximum.	Minimum.	Mittel.
Weiß	0,38	0,33	0,353	22,8	19,8	21,2
Gummigutt)	0,36	0,34	0,355	21,6	20,4	21,3
on Carmin)	0,37	0,32	0,345	22,2	19,2	20,7
Berl. Blau)	0,36	0,30	0,323	21,6	18,0	19,4

e Verſuche beſtätigen die ſchon theoretiſch anzunehmende Folge-
ß die Dauer des Netzhauteindruckes für Weiß oder Gelb länger,
Blau anhält, wenn ſich beide an einem ſchwarzen Hintergrunde
bewegen. Halten wir uns an die Mittelwerthe, ſo haben wir als aufſteigende Reihenfolge: Blau, Roth, Weiß und Gelb.

Fig. 290.

Theilt man die Scheibe in abwechſelnde 3811
Felder, Fig. 290., von denen die einen ſchwarz und die anderen weiß, gelb, roth oder blau ſind, ſo empfindet man den Eindruck eines gleichartigen gemiſchten Farbentones, ſo wie die Drehbewegung den nöthigen Grad von Geſchwindigkeit erreicht. Plateau fand in dieſem Falle aus je vier Einzelbeobachtungen:

der Stücke Scheibe.	Zeitdauer des Netzhauteindruckes. in Secunden. Maximum.	Minimum.	Mittel.	in Tertien. Maximum.	Minimum.	Mittel.
nd Schwarz	0,198	0,182	0,191	11,9	10,9	11,5
nd Schwarz	0,202	0,192	0,199	12,1	11,5	11,9
nd Schwarz	0,248	0,224	0,232	14,9	13,4	13,9
nd Schwarz	0,323	0,264	0,295	19,4	15,8	17,7

Man sieht, daß diese Werthe die entgegengesetzte Reihe angeführten Ergebnisse bilden. Plateau sucht die Thatsac erklären, daß die schwächsten Eindrücke am langsamsten ab umgekehrt.

3812 Dreht man eine Scheibe, die mit abwechselnd weißen u

Fig. 291.

Sectoren, wie es Fig. 291. darstellt, mit mäßiger Schnelligkeit, so bemerkt ma ner[1]) schwache Färbungen, die mit d der Nebenverhältnisse wechseln. Masso zugsweise Blau auf den ursprünglich s Roth auf den weißen Feldern. Eine Abtheilungen versehene Scheibe zeigt um weiß.

Die von Plateau [2]) und Stampfer [4]) zuerst angegebenen Wu die stroboskopischen Scheiben, das Phantasmoskop oder das P beruhen auf den eben erläuterten Verhältnissen. Eine runde Tafel, de 16 bis 30 Centimeter beträgt, kann sehr rasch um den Mitteltheil x, Fi

Fig. 292.

werden. Der Ra Reihe gleich große ben Entfernungen sichtsöffnungen 1, 8. Eine kleinere nungen versehene sich an der einen S tafel. Ein und stand ist auf ihr entsprechenden Stell fernungen eben so der Durchsichtsöffn oder ein Mal m Fig. 292. zeigt uns in dem auf diese W gendes Pendel d Hält man das G ebenen Spiegel un schnell herum, so die verschiedenen Randes mit wechs keit. Ist die Dr daß die Zeit der A Bilder die Dauer druckes nicht übers binden wir die An ner Gesammtbeweg uns z. B. vor, als del hin- und hersc ob alle Oeffnungen

[1]) Radicke, a. a. O. Bd. II. S. 455.
[2]) Masson, a. a. O. pag. 155
[3]) Plateau, in den Annales de Chimie et Physique. Vol. LIII. pag. 304 — 308.
[4]) Stampfer, in Prechtl's Jahrbüchern des polytechnischen Ins Wien, 1834. 8. S. 237 — 258.

örmigen Saum darstellten. Man kann auf diese Weise laufende, springende Men- Reiter und ähnliche Dinge zur Anschauung bringen. Manche Wunderscheiben sind eingerichtet, daß man keinen Spiegel nöthig hat. Man erblickt unmittelbar die Zeichnungen versehene Scheibe durch eine einzige geeignete Oeffnung. Diese Ap- ienen übrigens nicht bloß zu optischen Belustigungen. Man kann sie z. B. recht uchen, um die Verhältnisse der Wellenbewegungen mittelst geeigneter Abbildun- zu machen. Savart [1]) zog einen ähnlichen Apparat zu Hilfe, um über die Beschaffenheit des Strahles der aus einem Behälter strömenden Flüssigkeiten Aufschluß zu erhalten.

r Das Horner'sche Daedaleum, das auf ähnlichen Grundsätzen fußt, siehe d Poggendorff's Annalen. Bd. XXXII. Leipzig, 1834. 8. S. 650 — 655. Ueber die ung der Wunderscheiben auf die verschwimmenden Bilder der Laterna magica s. er's polytechnisches Journal. Bd. 93. 1844. 8. S. 24.

ber die Bemühungen von Wheastone, die Dauer des elektrischen Lichtes wenig- ungefähr mittelst der hier betrachteten Erscheinungen zu bestimmen s. Dove, Re- ium der Physik. Bd. II. Berlin, 1838. 8. S. 16.

Masson [2]) gebrauchte noch die Erscheinungen der Dauer des Netzhauteindruckes photometrisches Mittel. Denken wir uns, eine weiße Scheibe sei mit einem schwar- Sector, der $\frac{1}{50}$ ihrer Oberfläche ausmacht, versehen, so wird dieser zunächst einen arzen und dann einen grauen Ring für den Gesichtseindruck des Beobachters nach ingabe der Schnelligkeit der Umdrehung erzeugen. Es tritt endlich ein Stadium bei welchem der graue Ring nicht mehr von weißen Flächen unterschieden wird und e die gleiche Helligkeit darbieten.

Dieser Enderfolg hängt von dem Verhältniß der Größe des Sectors zu der der nten Oberfläche der Scheibe ab. Masson nennt daher auch den Grenzwerth, der hierbei kund giebt, die Empfindlichkeit des Auges. Nehmen wir an, ein Mensch isse die Ungleichheit des grauen und weißen Ringes, wenn die Oberfläche des Sec- $\frac{1}{80}$ von der der Scheibe beträgt, so wird er zwei Beleuchtungen, die um $\frac{1}{80}$ von er abweichen, nicht mehr unterscheiden. Es ergiebt sich hieraus, daß man um so e Bruchtheile, je besser die Augen sind, erhalten muß.

Masson fand $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{70}$ für schwache, $\frac{1}{80}$ bis $\frac{1}{100}$ für gewöhnliche und $\frac{1}{100}$ bis ir gute Gesichtswerkzeuge. Zwei Menschen hatten einen noch kleineren Werth, als Ist die Beleuchtung nur so stark, daß man Gedrucktes leicht lesen kann, so wechseln erthe nicht mehr für ein und dasselbe Gesichtsorgan trotz der Verschiedenheit der rke. Farbiges Licht verhält sich in dieser Hinsicht fast eben so, wie weißes. Ein her Funke, der nur einen Augenblick wirkt, führt zu keiner wesentlich anderen dlichkeit des Auges, als eine länger anhaltende Beleuchtung. Haben zwei Per- ie gleichen Bruchwerthe als das Maaß der Empfindlichkeit ihres Auges, so for- auch für die nöthigen photometrischen Nebenbedingungen dieselben Zahlengrößen. t und Weise, wie Masson diese Grundsätze auf die Maaßbestimmungen des elek- Lichtes und die Photometrie überhaupt anzuwenden suchte, findet sich in den s de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XIV. Paris, 1845. 8. p. 137 — rgestellt.

Da nicht bloß die optischen, sondern auch die nervösen Verhältnisse 3813
auer der Netzhautbilder und die hieran sich knüpfenden Folgeerschei- n bedingen, so üben die Anlage und der Aufmerksamkeitsgrad einen tlichen Einfluß auf die Wirkungen aus. Sehen wir nur flüchtig iner Brücke auf einen reißenden Strom oder einen Wasserfall hinab, liert sich der Eindruck, so wie wir den Blick hinwegwenden. Dauerte en die Betrachtung länger, wurden die Ortsveränderungen der rtheilchen mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgt oder war der

---

[1]) Siehe z. B. Lamé, a. a. O. Bd. II. pag. 262.
[2]) Masson, a. a. O. p. 137 fgg. Poggendorff's Annalen. Bd. LXIII. Leipzig, 1844. 8. S. 158.

Mensch, der das Ganze betrachtete, für Störungen seiner Gesichtswerk-
zeuge empfänglicher und zu Schwindel geneigter, so zeigen noch gleich-
förmige Gegenstände, die das Auge später erblickt, ein Nebelwellen oder
eine Wellenerschütterung. Hat die Erscheinung keine bedeutende Stärke
erlangt, so können lebhaftere Eindrücke die Nachbilder verdrängen. Ein
gleichartiger Fußboden von Holz, Fels oder Sand bietet zwar noch die
Täuschung dar. Sie schwindet dagegen, so wie sich der Blick auf die
mannichfachen Gegenstände einer Landschaft richtet. Hielt aber die ur-
sprüngliche Wirkung sehr lange an, traten selbst Schwindelbewegungen
ein, so dauert die Nachwirkung länger. Sie kann sich sogar noch in der
Folge erhöhen und zu den Trugbildern, welche den Schwindel begleiten
(§. 3796.), überführen.

3814 Eine Anschauung, welche die Netzhaut oder das Gehirn lebhaft an-
geregt hat, kann mit großer Hartnäckigkeit in unserem subjectiven Gesichts-
felde zurückbleiben. Hatte Newton das in einem Spiegel aufgefangene
Sonnenbild optischer Versuche wegen, die wir später kennen lernen wer-
den, so lange als möglich betrachtet, so erhielt sich der Eindruck in sei-
nem geblendeten Auge mit solcher Kraft, daß er drei Tage lang in einem
dunklen Zimmer bleiben mußte, um seine Gesichtswerkzeuge zu stärken.
Konnte er aber auch dann wiederum befriedigend sehen, so kehrte das
noch wochenlang das Sonnenbild, so wie er die Augen schloß, in dem sub-
jectiven Gesichtsfelde wieder. Wer sich mit mikroskopischen Untersuchungen
beschäftigt hat, wird bemerkt haben, daß Gegenstände, die man eine Zeit
lang mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgte, Tage lang nach dem Schluß
der Augenlider wieder erscheinen. Purkinje[1]) und Henle nannten die
Thätigkeit, welche diesen und ähnlichen Erscheinungen zum Grunde liegt,
das Gedächtniß des Gesichtssinnes.

Die übrigen Verhältnisse der Nachbilder werden uns in der Folge bei Gelegen-
heit der subjectiven Farbenerscheinungen beschäftigen.

3815 Zeitdauer der Auffassung der Gesichtserscheinungen.
Soll ein Gegenstand genau wahrgenommen werden, so muß sein Bild
eine Zeit lang auf unserer Netzhaut verharren. Es läßt sich erwarten,
daß diese Bedingung in umgekehrtem Verhältnisse zu den günstigen Nah-
bedingungen der Lichtstärke, der Größe des Netzhautbildes, der Schärfe
des Gesichtes und der Schnelligkeit der geistigen Auffassung stehen wird.
Wir können daher eine losgeschossene Kugel, die noch innerhalb unsers
Gesichtsfeldes dahineilt, mit dem Blicke nicht verfolgen.

3816 Befestigte Schmidt[2]) einen in weiße und schwarze Felder getheilten
Würfel an einer Haspel, ließ das Ganze schnell drehen und betrachtete
es in einer Entfernung von 77 Centimeter, so schwanden die weißen Flä-
chen bei einer Winkelgeschwindigkeit von 198°51′ und die schwarzen bei
einer solchen von 265°8′ für die Zeitsecunde.

[1]) J. Ev. Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Prag
1819. 8. S. 166.

[2]) Gehler's physikalisches Wörterbuch. Bd. IV. Leipzig, 1828. 8. S. 1459.

s Lesen einer uns geläufigen Druckschrift kann uns deutlich über- 3817
daß wir es hier durch Uebung zu einer Zeitgröße, welche die
des Netzhauteindruckes nur wenig überschreitet, bringen können.
nur eine Zeile der Schrift, mit der dieses Werk gedruckt ist, so
ch in zehn Versuchen 4,21 Tertien als höchsten, 2,34 als niedrig-
3,33 als mittleren Zeitwerth, den die Auffassung eines einzelnen
den in Anspruch nahm. Wählte ich zur Probe eine ganze Seite,
en Absatz hatte und durchgehends mit größeren Lettern gedruckt
fand ich 1 Minute und 32 Secunden für 2629 Buchstaben und
unktionszeichen. Dieses giebt 2,05 Tertien für je einen dieser ver-
en Gegenstände. Stelle ich dieselbe Beobachtung an einer fort-
en Seite Petitdruckes an, so brauchte ich 2 Minuten 12 Secunden
4 Buchstaben und Unterscheidungszeichen. Ein Bild forderte hier
ertien. Man kann daher im Allgemeinen annehmen, daß ein ein-
Buchstabe 2 bis 4 Zeittertien bei dem raschen geläufigen Lesen in
lichem Tageslichte in Anspruch nahm.

ehrere Verhältnisse verbinden sich übrigens hierbei, um die Zeit- 3818
in so hohem Maaße zu verkleinern. Die Bilder einer größeren
ringeren Zahl von Buchstaben fallen gleichzeitig auf die Stellen
zhaut, die noch des deutlichsten Sehens fähig sind. Die Schnellig-
geistigen Auffassung wird hierdurch wesentlich erleichtert. Erblicken
r ein bekanntes Wort, so errathen wir es schon, so wie wir eine
Menge von Buchstaben desselben angesehen haben. Wir eilen dann
rascher weiter.

rradiation oder Ausstrahlung des Bildes. — Betrachten 3819
en Gegenstand, der außerhalb der Grenzen der Sehweite liegt, so
n seine Ränder nicht bloß unbestimmter, sondern auch breiter, als
der Wahrheit gemäß darstellen sollten. Diese Täuschung erklärt
s den Zerstreuungskreisen, die sich auf der Netzhaut darstellen
2.). Sie beruht daher zunächst nur auf optischen Verhältnissen.
t dagegen auch in manchen Fällen in der Thätigkeit der Netzhaut,
r die Ausdehnung der Bilder unrichtig auffassen. Purkinje und
au[1]) haben diese schon den älteren Astronomen bekannte Thatsache,
man mit dem Namen der Ausstrahlung oder der Irradiation be-
, auf ihre physiologische Bedeutung zurückzuführen gesucht.

licken wir eine Zeit lang nach einer Kerzenflamme, die sich in ei- 3820
unklen Zimmer befindet, so scheinen sich Strahlenbüschel in den
densten Richtungen von ihr aus zu verbreiten. Besitzen beide Au-
es Menschen ungleiche Grade von Kurz- oder Weitsichtigkeit, so
n nach Purkinje und Fechner die Formen dieser Nebenbilder
sie bisweilen begleitenden Farbenerscheinungen, je nachdem man
e oder das andere Auge zur Auffassung derselben benutzt. Das
bild, das sich an der Quecksilberkugel eines Thermometers oder

---

he vorzüglich Plateau, in Poggendorff's Annalen der Physik. Ergänzungs-
d zu Bd. LI. Leipzig, 1842. 8. S. 79—128. 193—231. 405—442.

auf einem geschwärzten Uhrglase abspiegelt, führt zu ähnlichen
nissen. Das Bild eines Sternes zeigt sich daher in der Form ein
so breiteren Fläche, je größer seine Lichtstärke ausfällt. Die späte
trachtung des Farbensehens wird uns zu diesem Gegenstande
führen.

3821 Plateau bemerkte mit Recht, daß wir nicht selten die Gr
Gegenstände unrichtig beurtheilen, weil die Ausstrahlung des Bil
sere Auffassung besticht. Zeichnen wir zwei gleiche weiße viereckige

Fig. 293.

Fig. 293., auf einen schwarzen Grund un
einen weißen Streifen, der eben so gro
Zwischenraum von jenen ist, hinzu, so könn
bei gehöriger Entfernung des Auges bemerk
uns der schwarze Trennungsstreifen schmal
der weiße erscheint, weil das Weiß eine
Ausstrahlung seiner lebhafteren Wirkung
bedingt. Wir halten daher auch den bele
Theil des Neumondes für größer, als die d
Fläche desselben.

3822 Nehmen wir wiederum an, daß die
bewegungen des Aethers, die das Licht bedingen, die Gewebe de
haut zu entsprechenden Schwingungen anregen, so läßt sich die Au
lung begreiflich machen. Die Erschütterungen werden sich um so
seitlich ausbreiten, je größer die lebendige Kraft der ursprüngliche
regung oder mit anderen Worten, je bedeutender die Lichtstärke ist (§.
Die Erfahrung bestätigt diesen Schluß.

3823 Theilen wir ein weißes Rechteck in zwei gleiche Hälften, so d
Halbirungslinie durch *bh*, Fig. 294., geht, und zeichnen zwei s

Fig. 294.

Felder *a* und *g*, welche diese Grenzlinie,
die Abbildung zeigt, überschreiten, so entge
der Unterschied, so wie wir das Ganze au
gehörigen Entfernung betrachten. Die leb
Ausstrahlung des Weiß erklärt die Erschei
Sie giebt aber ein Mittel an die Hand, wen
ein ungefähres Maaß für die Irradiation
halten.

3824 Nehmen wir an, die schwarzen Felder
b seien um einen Millimeter über die Mitt
geschoben und der geringste Abstand, in dem
Auge den Unterschied vermißt, gleiche 2 Meter, so wird der Ir
Anhang Nr. 160. diationswinkel 1 Minute und 43 Secunden betragen. Prüfte Plat
die Gesichtswerkzeuge verschiedener Personen, so fand er 17″ und
als Größe des Irradiationswinkels. Der Werth, um den die schw
Felder über die Mitte hinausgingen, verhielt sich daher zu dem Ab
vom Auge, wie 1 : 2500 bis 1 : 12100.

---

[1]) Plateau, a. a. O. S. 202.

Es versteht sich von selbst, daß die Lichtstärke und die Empfänglichkeit 3825
es Auges einen wesentlichen Einfluß auf die Verhältnisse der Irradiation
usüben. Diese wechselt nicht bloß von Person zu Person, sondern fällt
uch in einem und demselben Menschen zu verschiedenen Zeiten ungleich
us. Plateau[1]) nimmt an, daß sie von der Entfernung des betrachte-
:n Gegenstandes unabhängig bleibt und daß sie zwar mit der Hel-
gkeit der erblickten Fläche, aber weniger rasch als diese, wächst. Er-
öht sich die Lichtstärke des Hintergrundes, auf dem sich der erleuchtete
örper befindet, so wird die Ausstrahlung geschwächt. Liegen zwei gleich
elle Gegenstände dicht an einander, so fällt sie an der Berührungsstelle
anz hinweg. Sie wird nur verringert, sobald jene Körper hinrei-
end nahe beisammen stehen. Die anhaltende Betrachtung vergrößert
brigens die Ausstrahlung bis zu einer gewissen Grenze, die sie nicht zu
berschreiten scheint.

Plateau[2]) fand noch, daß sich die Irradiation für gesunde Augen durch Sam-
ellinsen verkleinert und durch Zerstreuungslinsen vergrößert. Diese Beziehung kann sich
och in kurzsichtigen Augen verwischen. Ich finde z. B., daß mein Irradiationswinkel
n Ausdehnung zunimmt, so wie ich eine Fig. 294. dargestellte Zeichnung ohne meine
wöhnliche doppelt concave Brille anschaue.

Es war den Astronomen längst bekannt, daß man die Größe von Gestirnen, die
an durch ein Fernrohr betrachtet, unrichtig beurtheilt. Die Abweichungsfehler der Lin-
n des Instrumentes verbinden sich hier mit den Wirkungen der Irradiation des Auges.

Verschiedenheit der Farben. — Wir haben schon §. 3365. und 3826
366. ein Verfahren, mittelst dessen man die Wellenlängen der einzelnen
arbigen Strahlen zu bestimmen im Stande ist, dargestellt. Kennt man
iese Werthe, so braucht man nur die für eine gewisse Zeiteinheit gültige
ortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes durch jene Größen zu theilen,
m die Zahl der Schwingungen, die dem gleichen Zeitraume entsprechen,
u erhalten (§. 3043.).

Die Größen, welche die einzelnen Physiker berechnet haben, stimmen 3827
icht vollkommen unter einander überein. Fresnel selbst lieferte später
enauere Grundzahlen, als er im Anfange seiner Versuche gefunden hatte.
Nr. 167. des Anhanges giebt uns z. B. zwei solche abweichende Tabellen. Anhang Nr. 167.
Die Unterschiede halten sich aber in so engen Grenzen, daß hierdurch die
Hauptfolgerungen nicht beeinträchtigt werden.

Die Wellenlänge des äußersten Violets beträgt 0,0004 oder $1/2500$ und 3828
ie des äußersten Roths 0,0006 bis 0,0007 oder ungefähr $1/1667$ eines
Millimeters. Jenes macht 697 und dieses 439 Billionen Schwingungen
n der Secunde. Die Wellenlängen des Violets verhalten sich zu denen
es Roths wie 1 : 1,589 oder wie 1 : 1,735. Die Zahl der Schwingun-
gen giebt nahebei 1 : $5/8$. Da nun die Octave die doppelte oder die
halbe Menge der Schwingungen des Grundtones darbietet (§. 3044.), so
folgt hieraus, daß unsere Farbenauffassung so beschränkt ist, daß wir
nicht einmal eine vollständige Octave der Aetherbewegungen erblicken.

[1]) Plateau, a. a. O. S. 201 fgg. und S. 440.
[2]) Plateau, a. a. O. S. 430 fgg. und S. 441.

Anhang Nr 126. Halten wir den Vergleich mit den Tönen fest, so sehen wir ungefähr nur eine Serie. Das äußerste Roth entspricht hierbei dem tiefsten und das äußerste Violet dem höchsten Tone.

3829 Man nimmt an, daß die objectiven Färbungen, welche die Körper besitzen, aus zweierlei Ursachen hervorgehen. Man nennt sie Scheinfarben, wenn ihnen Interferenzverhältnisse zum Grunde liegen. Ist dieses nicht der Fall, so bezeichnet man sie mit dem Namen der wahren, der natürlichen, der eigenthümlichen Färbungen, oder auch mit dem der Zurückwerfungsfarben. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese Unterscheidung ihren Werth um so mehr verlieren wird, je weiter die Wissenschaft in der Kenntniß der Molecularverhältnisse und der optischen Wirkungen der kleinsten Zwischenräume der Körper fortgeschritten sein wird.

3830 Es kann vorkommen, daß eine leuchtende Masse nicht, wie die Sonne, weißes, sondern gefärbtes Licht aussendet. Die Flammen der gewöhnlichen Kerzen enthalten auf diese Weise viel Gelb und Blau. Versieht man eine Weingeistlampe mit einem Baumwollendochte, der mit Kochsalz abgerieben worden, so giebt er ein fast reines gelbes Licht. Es müssen daher unter diesen Verhältnissen bestimmte, den Farben entsprechende Schwingungsmengen der Aethermolecüle am leichtesten zu Stande kommen.

3831 Da uns alle undurchsichtigen Körper im Dunkeln schwarz erscheinen, so kann man hieraus schließen, daß ihre Färbungen von dem von ihnen zurückgeworfenen Lichte herrühren. Ein Stoff, der gar keine Lichtstrahlen aufnähme, würde in weißem Lichte vollkommen weiß und ein anderer, der alle verschluckte, rein schwarz erscheinen. Keiner dieser beiden Fälle kommt in der Wirklichkeit vor. Das Weiße des Fließpapiers reflectirt nach Lambert nur $^1/_{12}$ des auffallenden Lichtes [1]). Wirft eine Masse eine Art von Strahlen vorzugsweise zurück oder regt sie eine gewisse Zahl rückläufiger Schwingungen vor Allem an, so erscheint sie uns in einer bestimmten Farbe. Wir bemerken auf diese Weise, daß die Körper roth, gelb, grün oder blau sind, wenn sie von weißem Lichte erhellt werden. Werden sie dagegen von einfarbigem Lichte erleuchtet, so hängt die Lichtstärke und die Färbung von dem Verhältnisse von jenem zu der ursprünglichen Farbe des Körpers ab. Wir erhalten eine Verstärkung des Lichtes, so wie die Beziehungen übereinstimmen und das Entgegengesetzte, wenn dieses nicht der Fall ist. Ein rother Körper hat seine lebhafteste Farbe in dem rothen Theile des Spectrums. Er erscheint dagegen fast schwarz in dem violetten Antheile desselben. Da die Beleuchtungsfarben mit Verschiedenheit der Lichtquellen wechseln (S. 3661.), so folgt, daß auch die Färbungen mit der Mannichfaltigkeit dieser Verhältnisse abweichen.

3832 Die meisten durchsichtigen Körper werfen dieselbe Lichtart, welche sie durchlassen, zurück. Manche dagegen führen in dieser Beziehung zu auffallenden Unterschieden. Das weiße Knochenglas läßt nur die tief rothen Strahlen weiter gehen. Es weist dagegen die meisten übrigen von sich [2]).

[1]) Kunzeck, a. a. O. S. 208. [2]) Kunzeck, ebendaselbst. S. 212. 213.

per zeigen in dünnen Schichten andere Farben, als in dickeren. hältniſſe wechſeln auch z. B. in einzelnen Flüſſigkeiten, je nach- ſie mittelſt des von ihnen zurückgeworfenen oder des durch ſie gangenen Lichtes betrachtet[1]). Der ſogenannte Dichroismus[2]) Eigenſchaft, verſchiedene Färbungen nach Verſchiedenheit der zubieten, findet ſich in vielen doppeltbrechenden Kryſtallen.

gewöhnliche Erklärung der natürlichen Farben der Maſſen beruht 3833
aß gewiſſe Strahlen verſchluckt und andere zurückgeworfen wer- nche Forſcher, wie Wrede[3]), haben ſich mit Recht bemüht, wir Abſorption des Lichtes nennen, mit klareren optiſchen Be- Beziehung zu bringen und die Erſcheinungen aus Interferenz- en herzuleiten. Das Licht wird hiernach in dem Innern des den Mitteln theilweiſe zurückgeworfen. Dieſe Strahlen interfe- r mit den gebrochenen, ſo daß die Wirkung gewiſſer Farben der wenigſtens für unſere Wahrnehmung aufgehoben wird. Die inien des Spectrums (§. 3660.) gehen wahrſcheinlich aus ähn- rhältniſſen hervor. Dieſe Erklärung reicht jedoch nicht für alle ſſe, welche die objectiven Farben darbieten, aus [4]).

auf dieſe Weiſe die Interferenzerſcheinungen gewiſſe Färbungen , ſo erzeugen ſie auch häufig andererſeits beſtimmte Schiller- zelner Gegenſtände. Sie treten natürlich da, wo dünne Spal- gelaſſen werden oder feine Fäden und ähnliche Gewebtheile nahe der liegen, am ſchärfſten hervor. Das Schillern der Seide, der n Auge der Säugethiere, der Sehnen und ähnlicher Theile er- aus dieſen Nebenbedingungen.

chfarben und Ergänzungsfarben. — Newton[5]) hat 3834

Fig. 295.

eine bis jetzt noch nicht mathematiſch beweisbare Regel, die ſich jedoch in der Erfahrung beſtätigt, für die Miſchung der Farben des Sonnenſpectrums aufgeſtellt. Man theilt einen Kreis, Fig. 295., in ſieben ungleiche Theile, die den ſieben Hauptfarben des Spectrums entſprechen. Roth, Grün und Violett erhalten jedes 60°45'34", Orange und Dunkelblau 34°10'38" und Gelb u. Hellblau 54°41'1". Beſtimmt man die Schwerpunkte dieſer Stücke, denkt

ck, a. a. O. S. 213 — 216. Lamé, a. a. O. p. 199 — 203
Herrſchel, a. a. O. S 600. Radicke, a. a. O. Bd. I. S. 220.
z. B. Radicke, a. a. O. Bd. II. S. 193.
, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXXI. Leipzig, 1847. 8. Seite 98.
wton, Optice. Ed. Clarke. Londini 1706. 4. pag. 127 — 130.

sich in denen, die zur Mischfarbe dienen sollen, Massen, welche den Intensitäten der Farben proportional sind, ermittelt den Schwerpunkt von diesen und verbindet ihn mit dem Mittelpunkte des Kreises, so zeigt dann diese Verbindungslinie auf den Ort, dem die Mischfarbe entspricht.

3835 Fällt der bestimmende Schwerpunkt mit dem Mittelpunkte zusammen, so ist natürlich gar keine Richtung der Bestimmungslinie gegeben. Die zusammen gebörenden zwei Farben, deren gegenseitige unter geeigneten Intensitätsverhältnissen stattfindende Verbindung Weiß liefert, heißen Ergänzungs- oder Complementarfarben. Es ergiebt sich hieraus, daß man diese zweite entsprechende Farbe findet, wenn man einen Durchmesser durch den Ort der ursprünglichen Färbung in dem Fig. 295. dargestellten Kreise zu legen sucht. Roth hat das Grünblau, Orange Blau, Gelb Dunkelblau bis Violett, Grün Violett, Hellblau Orange-Roth, Dunkelblau Gelb-Orange und Violett Gelbgrün zur Ergänzungsfarbe. Weiß und Schwarz giebt Grau.

3836 Auffassung der Farben. — Nehmen wir wiederum an, daß diese durch Schwingungen der Aethermolecüle bedingt werden, so können wir uns die Wahrnehmung der Farben und mehrere sich anschließende Erscheinungen erklären, wenn wir voraussetzen, daß die Wellen der Aethertheilchen entsprechende Wirkungen in dem Nervengebilde der Netzhaut erregen. Wir haben schon §. 3350. bemerkt, daß eine einmalige Bewegung eines Aethermolecüls keinen Lichteindruck bedingt. Wiederholen sich aber die Stöße, so vermögen wir uns zu denken, daß wir die verhältnißmäßige Zahl der regelmäßigen Schwingungen als Farben empfinden. Der Mangel derselben giebt Schwarz, der nicht mehr unterscheidbare Rhythmus Weiß.

3837 Es unterliegt keinem Zweifel, daß die tönenden Wellen in ähnlicher Weise aufgefaßt werden. Es ist hierbei nicht nöthig, daß z. B. das $\overline{c}$ eine Secunde lang anhält und seine 2112 Schwingungen innerhalb dieser Zeit wiederholt (§. 3125.). Der Hörnerve braucht nur den diesem Werthe entsprechenden Rhythmus aufzufassen, damit sich der dafür empfängliche Mensch des bestimmten Tones bewußt werde. Tragen wir das Gleiche auf das Farbensehen über, so kann die sehr große Zahl der Schwingungen, welche auf die Secunde kommt (§. 3828.), keinen genügenden Einwand abgeben. Wir zählen hier eben so wenig die Menge, als bei den Tönen. Wir unterscheiden aber nichts desto weniger den Rhythmus in beiden Fällen durch eigenthümliche Empfindungen [1]).

Wir haben schon §. 3504. gesehen, daß die Ansicht, nach der die Unsichtbarkeit der äußersten wirklichen Grenzen des Farbenspectrums von dem Unvermögen derselben, entsprechende Schwingungen der Netzhautmolecüle anzuregen, herrührt, von Brucke mit Erfolg bekämpft worden ist. Melloni [2]) glaubte noch die Farbe des gelben Fleckes nach einer ähnlichen Anschauungsweise erklären zu können Das Gelb besitzt hiernach

[1]) Ein ähnlicher Vergleich mit den Tonverhältnissen findet sich schon als Möglichkeit hingestellt in I. Newton, Optice. Ed. Clarke, Londini, 1706. 4. p. 297. 298.

[2]) Melloni, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. LVI. Leipzig. 1842. 8. S. 574 — 587.

die größte Lichtstärke (§. 3668), weil seine Schwingungen mit denen des gelben Fleckes in dem größten Einklange stehen. Die nervöse Resonanz wird gleichsam auf diese Weise am vollständigsten. Die übrige Netzhaut hat einen schwach gelblichen Anstrich aus demselben Grunde. Es hängt hiermit wahrscheinlich zusammen, daß sich die Linse nicht selten in höherem Alter gelb färbt.

Diese Annahme muß natürlich voraussetzen, daß kleine Kinder und Thiere, denen der gelbe Fleck der Netzhaut mangelt, die gelbe Farbe in geringerer Lichtstärke wahrnehmen. Die Erfahrung kann über diese Folge mit Sicherheit nicht entscheiden. Hat sich aber die Linse alter Leute gelb gefärbt, so gewinnt hierdurch ihre Farbenauffassung gewiß nicht. Es fragt sich überhaupt, ob nicht eher die gelben Färbungen gewissen chemischen Einflüssen der anhaltenden Einwirkung der Lichtstrahlen zugeschrieben werden müssen.

Stellt man sich vor, daß die Netzhaut durch die Wellenbewegungen des Aethers in Schwingungen versetzt wird, so drängt sich der Vergleich mit festen Körpern, die durch Schallwellen in Erschütterung kommen, oder mit Resonanzwerkzeugen (§. 3047.) von selbst auf. Melloni geht in der That von der oben dargestellten Hypothese aus, daß die größte Resonanzfähigkeit der Netzhaut in dem Ort der größten Helligkeit des Farbenspectrums fällt und mithin dem Gelb entspricht. A. Seebeck [1]) verglich seine für das Mittönen einer Platte gültigen Formeln mit den Ergebnissen, die Frauenhofer für das einfache und das Gitterspectrum erhalten hat, und fand unter gewissen Voraussetzungen, daß die eigenen Schwingungsmengen der Netzhaut, welche die günstigsten Resonanzverhältnisse darbieten, in das Blaugrün oder Blau fallen. Die so wohlthätige Wirkung, die das Grün für das Auge hat, könnte möglicher Weise hiervon herrühren. Seebeck ist jedoch selbst der Ansicht, daß die Grundlage, auf der jene Herleitung fußt, wahrscheinlicher Weise zu einseitig ist.

Die genaue Unterscheidung der Farben hängt von der ursprünglichen 3838
Anlage und der Erziehung der Gesichtswerkzeuge ab. Wie der Eine ein besseres musikalisches Gehör, als der Andere besitzt, so wechselt auch der Farbensinn von Person zu Person. Wie die Art und Weise, in der eine feste Masse mitklingt, von der Moleculärbeschaffenheit derselben abhängt (§. 3043.), so regt wahrscheinlich eine und dieselbe Farbenwelle an und für sich verschiedene Empfindungen in verschiedenen Menschen an. Die Abweichungen verrathen sich aber meistentheils nicht, weil sich ihre Folgen in die Sprache übertragen (§. 3241.). Nur bedeutendere Fehler geben sich schon von selbst, untergeordnete dagegen erst bei genaueren wissenschaftlichen Prüfungen zu erkennen. Diese Verhältnisse erklären es, weshalb oft Menschen, deren Augen die Farben mangelhaft auffassen, die Stumpfheit ihrer Gesichtswerkzeuge ihr ganzes Leben hindurch kaum bemerken.

Es gehört zu den sehr seltenen Fällen, daß ein Mensch die einzelnen Farben des Spectrums nicht unterscheidet, sondern nur Weiß, Grau oder Schwarz bemerkt. Man findet dagegen häufiger, daß nur eine Farbenabtheilung für die Auffassung verloren geht. Das Gelb, das die größte Lichtstärke besitzt (§. 3668.), wird zunächst wahrgenommen. Roth, Blau und Violett dagegen können nur unbestimmt aufgefaßt werden. Man hat daher diesen Zustand mit dem nicht ganz passenden Namen der Akyanoblepsie bezeichnet. Göthe [2]) fand, daß solche Personen Weiß, Gelb, Rothgelb, Gelbroth, Grau und Schwarz in befriedigender Weise erkennen, Rosenroth dagegen, Dunkelorange, Grün, Blau, Violett und Rothbraun nicht unterscheiden.

Halten wir uns an die §. 3836. erläuterte Vorstellung des Farbensehens, so können zweierlei Verhältnisse zu ungenügenden Auffassungen führen. Der Mensch erkennt nur die Farben, denen die größte Lichtstärke zukommt, mit genügender Schärfe oder es

[1]) A. Seebeck, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXII Leipzig, 1844. 8. Seite 571 — 575.

[2]) W. v. Göthe, Farbenlehre. Bd. I. Stuttgart u Tübingen, 1812. 8. S. 103—108.

entgehen ihm diejenigen Färbungen, welche die geringsten Schwingungszahlen besitzen. Wie die Menge der Schwingungen eine gewisse kleinste Grenze überschreiten muß, damit das Ohr einen Ton vernehme, so haben wir hier den Fall, daß das Auge für die tiefsten Farben, die der Gesunde noch erkennt, unempfänglich bleibt.

Ordnen wir die Farben des Spectrums ihrer Lichtstärke nach (§. 3668.), so haben wir hellstes Gelb (= 100), Grün (= 48), Hellblau (= 17), Orange (= 6,4), äußerstes Roth (= 3,2), Blau-Violett (= 3,1) und Mitte des Violetts (= 0,56). Man sieht hieraus, daß sich der Fehler der Akvanoblepsie vor Allem auf diese Einflüsse zu beziehen scheint.

Anfang Nr 167

Macht das Violett 697,4 Billionen Schwingungen in der Secunde, so kommen dem Roth nur 456,7 bis 439 zu. Denken wir uns, die Netzhaut wäre nicht im Stande, die tiefsten Lichtwellen oder die, welchen die niedrigsten Schwingungszahlen zukommen, wahrzunehmen, so wird vor Allem das Roth aus dem Gesichtskreise hinwegfallen. Man nennt häufig diesen Fehler den Daltonismus, weil Dalton [1]) an ihm litt und die Folgen seiner mangelhaften Farbenauffassung ausführlicher beschrieben hat. Man muß jedoch hier zwei Abarten unterscheiden. Es kommt bei Nervenkranken vor, daß sie das Roth für Grau halten, die übrigen Farben des Spectrums dagegen, die größere Schwingungszahlen darbieten, befriedigend erkennen. Wir haben hier den Fall, den wir eben voraussetzten, in verhältnißmäßig größter Reinheit. Andere dagegen, wie Dalton, verwechselten die rothen Farbungen eben so gut, als die Violetten mit Blau. Die kleinsten und die größten Schwingungsmengen und gleichsam die tiefsten und die höchsten Farben führten hier zu unangemessenen Empfindungen. Die Lichtstärke übt zugleich einen merklichen Einfluß aus. Man darf übrigens in allen diesen Fällen nicht übersehen, daß solche Menschen unrichtige Ausdrücke für manche Farbenbezeichnungen wählen und daher auch den sorgfältigsten Beobachter irre führen können.

A. Seebeck [2]) hat eine ausgedehnte Reihe genauerer Versuche auf diesem Gebiete angestellt. Er ließ 12 Menschen 300 verschieden gefärbte Papierstreifen nach ihrer scheinbaren Aehnlichkeit ordnen und dann durch gefärbte Gläser betrachten. Diese Nebenhülfe erleichterte oft die Unterscheidung. Die Personen mußten noch die Farben des Spectrums bestimmen, deren Breite angeben und die Interferenzfarben des polarisirten Lichtes erläutern. Diese mannichfachen Bemühungen führten Seebeck zu der Ueberzeugung, daß die Mangelhaftigkeit des Farbensehens in zwei Hauptklassen zerfällt.

Die eine Reihe von Menschen verwechselt eher den Grad, als die Art der Färbung. Sie unterscheiden nicht helles Orange und reines Gelb; gesättigtes Orange, helles Gelblich- oder Bräunlichgrün von Gelbbraun; reines Hellgrün, Graubraun und Fleischfarben; Rosenroth, Grun (mehr bläulich, als gelblich) und Grau; Carmoisin, Dunkelgrün und Haarbraun; Bläulichgrün und unreines Violett; Lila und Blaugrau, endlich Himmelblau, Graublau und Blaulila. Gelb macht noch den lebhaftesten, Roth und Grün den unvollkommensten Eindruck.

Die zweite Klasse von Personen verwechselt Hellorange, Grünlichgelb, Bräunlichgelb und reines Gelb: lebhaftes Orange, Gelbbraun und Grasgrün; Ziegelroth, Rostbraun und Dunkelolivengrün; Zinnoberroth und Dunkelbraun; Dunkelcarminroth und Schwärzlichblaugrün; Fleischroth, Graubraun und Bläulichgrün; mattes Bläulichgrün und Grau (etwas bräunlich); unreines Rosa (etwas gelblich) und reines Grau; Rosenroth, Lila, Himmelblau und Grau (etwas in's Lila fallend), Carmoisinroth und Violett und endlich Dunkelviolett und Dunkelblau. Man sieht, daß die beiden Abstufungen den eben erwähnten Verhältnissen wenigstens so ziemlich entsprechen.

Das mangelhafte Farbensehen kommt nichts weniger als selten vor. Man kann bei genauerer Prüfung bemerken, daß ungefähr der 50te bis 20ste Mensch an diesem Fehler leidet. Mehrere Forscher haben gefunden, daß es sich bei Männern weit häufiger als bei Frauen zeigt.

Ausführlichere Zusammenstellungen und Beobachtungen über diesen Gegenstand finden sich noch in: J. Butter, in The Edinburgh Philosophical Journal. Vol. VI. Edinburgh, 1822. 8. p. 135 — 141. Radicke, a. a. O. Bd. II. S. 252 — 255. V. Sto-

---

[1]) Fechner's Repertorium der Physik. Bd. II. Leipzig, 1832. 8. S. 230—232.

[2]) A. Seebeck, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. XLII. Leipzig, 1842. 8. S. 177—234.

alski, Essai sur les sensations des couleurs dans l'état physiologique et pathologique de l'oeil. Paris, 1841. 8. p. 57 fgg. C. G. Th. Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie. Braunschweig, 1845. 8. S. 83 — 88. Wartmann, in dem Archive d'Anatomie générale et de Physiologie. Paris, 1846. p. 56 — 60.

Diese Erscheinungen erklären es, weshalb der Sinn für Harmonie der Farben, für richtige Auffassung der Uebergänge und Gegensätze derselben manchen Malern und einzelnen Beurtheilern der Kunstwerke derselben abgeht, weshalb jene vorzugsweise warme der kalte Töne ihren Bildern verleihen. Es giebt Schwachsichtige, die zwar noch die Gegenstände erkennen, denen aber lebhafte Farbenflächen wie Löcher vorkommen [1]).

Wir haben § 3688. gefunden, daß unrichtige Brechungsverhältnisse die chromatischen Erscheinungen des Auges in hohem Grade begünstigen. Hat ein Mensch seine Linse in Folge einer Staaroperation verloren, so werden sich unangemessene Färbungen leicht einfinden. Göthe [2]) giebt an, daß einzelne solcher Kranken einen röthlichen Schein wahrnehmen, Sichel und Szokalski [3]) dagegen, daß sie häufig die Gegenstände unmittelbar nach der Operation blau erblicken. Weiße Körper kommen nicht selten Gelbsüchtigen gelb und gefärbte so vor, als wenn sie eine Beimischung jener Farbe besäßen. Die Achromasie des Auges tritt häufig unter krankhaften Verhältnissen bei dem gewöhnlichen Sehen hervor (Chropsia oculi).

Es läßt sich dagegen mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die rothe Färbung, in der sich die Sonne oder der Mond manchen Luftschiffern nach Göthe darstellt, daß der blaue Sonnenschein, der hin und wieder auf den bermudischen Inseln beobachtet wird [4]) und das farbige Funkeln der Sterne [5]) nicht von subjectiven, sondern von objectiven Lichtverhältnissen herrühren.

Ueber die Farbenauffassung der Albino's s. G. T. L. Sachs, historiae naturalis eorum Leucaethiopum Particula secunda. Erlangae, 1812. 8. p. 74. fgg.

Die Octave, die der doppelten Zahl von Schwingungen entspricht, 3839
richt auf unser Ohr einen ähnlichen Eindruck, wie der Grundton. Es
ßt sich demgemäß annehmen, daß wir wiederum Roth sehen würden,
nn sich das sichtbare Farbenspectrum bis auf das Doppelte des Roths
er bis zu 878 Billionen Schwingungen für die Secunde ausdehnen Anhang Nr. 167.
ürde. Da aber das äußerste Violett nur 697,4 liefert, so folgt von
bst, daß die Erfahrung die Richtigkeit jenes Schlusses unmöglich zu er-
rten vermag. Die Verwandtschaft, welche das Violett und das Roth
rbieten, kann jedoch die Wahrscheinlichkeit desselben unterstützen.

Wir haben §. 3044. bemerkt, daß nur gewisse Abstände, wie die 3840
rz oder die Quinte, einen angenehmen Accordeindruck auf unser Ohr
chen. Man darf mit Recht vermuthen, daß etwas Aehnliches bei der
nehmlichkeit der Farben wiederkehrt.

Die verschiedensten Nebenverhältnisse können es bedingen, daß unser 3841
ge farbiges Licht als Weiß auffaßt. Eilen die Ergänzungsfarben zu
sch an der Netzhaut dahin, legen sie sich entsprechend auf einander oder
iederholt sich dasselbe für subjective Farbenbilder, so bemerken wir eine
nere oder unreinere weiße Färbung. Ein anderes Verfahren, zu dem-
lben Ziele zu gelangen, wird uns bei dem Sehen mit zwei Augen be-
ästigen.

---

[1]) Szokalski, a. a. O. p. 23.
[2]) Göthe, a. a. O. S. 132.
[3]) Szokalski, a. a. O. p. 132.
[4]) Poggendorff's Annalen. Bd. LV. Leipzig, 1842. 8. S. 531.
[5]) Ebendaselbst. S. 139.

Ueber diese Versuche s. Radicke a. a. O. Bd. I. S. 260. 261. und vorzüglich Dove, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd. LXXI. Leipzig. 1847. 8. S. 97 und 110.

3842 Die Art, wie wir über die Färbungen, die Licht- und die Schattenverhältnisse der Körper urtheilen, hängt von der Beleuchtung und der Natur der Gegenstände, die sich neben den erblickten Flächen befinden, ab. Was uns bei schwächerem Lichte weiß zu sein scheint, kommt uns nicht selten bei stärkerem grau vor. Legt man eine weiße Oblate zuerst auf helles weißes Postpapier und dann auf graues Löschpapier, so stellt sie sich den meisten Menschen in dem ersteren und Einzelnen in dem letzteren Falle grauer und unreiner dar. Ein geeigneter Farbengegensatz hebt die Verschiedenheit der Grundfärbungen auffallender hervor. Passende Uebergänge wirken dagegen milder und daher auch auf gebildete Gesichtswerkzeuge angenehmer. Während Künstler diese ästhetischen Bedingungen wiederzugeben suchen, lieben vorzugsweise Kinder und Völker, die auf niederer Geistesstufe stehen, grelle Farbengegensätze in ihren Kleidungen oder ihren Zeichnungen.

Ueber die ästhetischen Wirkungen der Farben s. Göthe, a. a. O. §. 765 fgg.

3843 Nebenfarben. — Das gesundeste Auge bemerkt in vielen Fällen Färbungen, die nicht von den äußeren erblickten Körpern, sondern nur von den Zuständen der Netzhaut oder des Gehirns abhängen. Man hat diese Erscheinungen mit dem Namen der zufälligen, der accidentellen, der physiologischen oder pathologischen Farben, der Augen- oder des Ocularspectra bezeichnet. Wollen wir die wichtigsten Beziehungen derselben kennen lernen, so müssen wir die Ergänzungsfarben, die subjectiven Farbensäume, die farbigen Schatten, das Abklingen der Farben und die farbigen Blendungsbilder wenigstens ihren Hauptverhältnissen nach betrachten.

3844 Subjective Ergänzungsfarben. — Betrachtet man eine Zeit lang ein Fensterkreuz so scharf als möglich, schließt dann die Augen und bedeckt sie mit einem Tuche oder auch nur mit den Händen, um alles äußere Licht möglichst abzuhalten, so bemerkt man noch das Nachbild (§. 3804.) in seinen natürlichen Farbenbeziehungen. Entfernt man dagegen den künstlichen Schutz, den man dem Auge gewährt hat und läßt die geschlossenen Augenlider von hellem Tages- oder von Sonnenlicht bescheinen, so ändert sich die Gesichtsauffassung. Was früher hell war, wird dunkel und umgekehrt. Wendet man den Blick plötzlich hinweg und richtet ihn auf ein glänzend weißes Papier, so kann man jene von Franklin schon beobachtete Erscheinung noch deutlicher wahrnehmen.

3845 Blicken wir unverrückt auf eine rothe, auf weißem Grunde befindliche Oblate, bis deren Färbung undeutlicher wird, und schieben sie dann hinweg, so sehen wir einen blaugrünen Kreis von ungefähr der gleichen Oberfläche. Jedes andere Colorit liefert hierbei die ihr entsprechende Ergänzungsfarbe (§. 3834.). Wir haben daher Blau nach Orange, Dunkelblau bis Violett nach Gelb, Violett nach Grün, Orange-Roth nach Hellblau, Gelb-Orange nach Dunkelblau, und Gelbgrün nach Violett.

Die Färbungen können sich hierbei in ähnlicher Weise, wie die wah- 3846
Farben (§. 3834.) mischen. Legt man ein violettes und ein orange
irbtes Feld auf einen schwarzen Grund, bezeichnet sich ihre Mitten
schwarzen Punkten, blickt abwechselnd je eins eine Secunde lang an,
dieses einige Minuten fort und schließt dann rasch die Augenlider,
sieht man drei sich zum Theil deckende Felder. Das eine erscheint
grün, das zweite blau und das mittlere grün oder in der Mischfarbe
beiden. Hat man ursprünglich eine orangefarbene Fläche angestarrt
blickt mit dem blauen Nachbilde auf einen gelben Grund, so macht
die Empfindung des Grüns geltend.

Es ließe sich hiernach erwarten, daß die Verbindung zweier Ergän- 3847
gsfarben Weiß gäbe. Plateau glaubte jedoch das Gegentheil ge-
den zu haben. Wiederholt man den §. 3846. erwähnten Versuch mit
i Feldern, von denen das eine z. B. roth und das andere grün an-
richen ist, so zeigt sich nach ihm die dritte mittlere Fläche nicht weiß,
dern schwarz. Fechner bestritt schon die Richtigkeit dieser Angabe
Tourtual[1]) hat sich diesem Widerspruch angeschlossen. Die Misch-
e ist, wie ich ebenfalls finde, auf weißem wie auf schwarzem Grunde
u und nur die verhältnißmäßig geringe Helligkeit verleitet zu einer
ichtigen Beurtheilung der Färbung.

Schwindet das farbige Nachbild, so erlischt es nicht immer in un- 3848
erbrochener Reihenfolge. Man bemerkt vielmehr bisweilen gewisse
wankungen, die auf einen Wechselzustand der Netzhaut hindeuten.
trachtet man z. B. eine rothe Fläche durch ein geschwärztes Rohr eine
t lang mit einem Auge, entfernt jenes und blickt hierauf nach einem
ißen Hintergrunde, so ereignet es sich, daß sich zuerst ein grünes, dann
rothes, hierauf wieder ein grünes und später ein schwachrothes Bild
stellt. Dieser Wechsel der Gegensätze kann sich sogar acht Mal nach
ateau und Quetelet wiederholen.

Die Wahrnehmung der Ergänzungsfarbe des Blendungsbildes wird 3849
durch bedingt, daß einzelne zu sehr in Anspruch genommene Netzhaut-
nkte den Zustand ihres Gleichgewichtes verlieren und noch nach dem
fhören des äußeren Lichteindruckes eine Zeit lang fortschwingen. Be-
gen wir indeß das Auge, so werden die Strahlen desselben Gegenstan-
s, welcher diesen Erfolg veranlaßte, andere noch gesunde Netzhaut-
llen berühren. Wir können auf diese Weise die natürliche und die sub-
tive Ergänzungsfarbe neben einander bemerken. Ein einfacher Versuch
mag uns diese Erscheinung anschaulich zu machen.

Man legt eine rothe Oblate *a*, Fig. 296., auf ein hellweißes Papier 3850
und starrt sie so lange an, bis man ihre Farbe un-
vollkommener wahrnimmt und die Ermüdung der
Netzhaut deutlich spürt. Verrückt man nun das Auge
nach innen, so erblickt man den blaugrünen Ergän-
zungskreis *b* neben dem rothen *a*. Besitzt die Em-

Fig. 296.

[1]) Tourtual, in Müller's Archiv. 1840. S. LXXIX. LXXX.

ähnliche Täuschungen treten sich nicht selten nach dem
ter Brillengläser ein. Bedeckt man die Oeffnung eines
mit einem in der Mitte durchbohrten grünen Tuche,
Grotthuß den Himmel röthlich, das Grün der Bäu
und weißer. Hat das Tuch eine rothe Farbe, so gew
Grün an Lebhaftigkeit. Die rothen Ziegeldächer dag
Farbe und erhalten eine Beimischung von Weiß.

Beer bemerkte eine Reihe ähnlicher Erscheinungen an krank
einen Staaroperirten, der schon die Farben zu erkennen im St
auf weißem Grunde befindlichen Papierstreifen betrachten, so sch
und nach vor einem starken Violett, das sich von dem Rande
Streifen verbreitet. Orange zeigt sich statt Blau und Hellrot
Grün. Vergl. auch Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie. B
Seite 74 — 78.

3852 Das künstliche Doppeltsehen kann ebenfalls bisw
mung von Farben, die wenigstens unter manchen B
gehören, herbeiführen. Hält man einen weißen Pa
32 Centimeter von den Augen entfernt, beleuchtet d
mit einer Kerzenflamme, während das andere beschat
seine Augäpfel nach einem weiter entfernten Gegenstan
wie wir später finden werden, zwei Bilder des Streif
leuchteten Auges pflegt blaugrün, das des beschatteten
bis orange zu erscheinen. Fechner[2]) giebt von sich
das Gleiche wahrnimmt, wenn er das eine Auge mit
wärts drückt. Das diesem entsprechende Bild hat dann
Ich kann dasselbe für meine Gesichtswerkzeuge bestätige

Ueber die Deutung dieses Versuches s. Gehler's physikalisch

in sie nur die Ergänzungsfarbe, die mit der Farbe, die sie nicht
auffaßt, weiß giebt, wahrnehmen. Plateau[1]) wandte gegen diese
t ein, daß man auch die Ergänzungsfarben in einem völlig dunklen
ie, bei geschlossenen und geschützten Augenlidern, wahrnähme. Fech-
) gestattet diesem Gegengrunde keine bindende Kraft zu, weil immer
Licht in einem noch so dunklen Orte vorhanden sei. Erheblicher ist
en, daß wir unter manchen Bedingungen die natürliche und die Er-
ngsfarbe gleichzeitig sehen.

Plateau bemühte sich, die uns hier beschäftigenden Erscheinungen 3854
einem anderen Gesichtspunkte aufzufassen. Er stellt sich vor, daß
us ihrem Gleichgewichte gestörte Netzhaut in ihren früheren Zustand
) eine Reihe entgegengesetzter Schwingungen zurückkehrt Sie bemerkt
t zuerst die Ergänzungsfarbe, hierauf wieder die ursprüngliche Fär-
, dann von Neuem deren Ergänzung u. s. f., bis endlich der Zustand
Ruhe zu Stande kommt. Tourtual[3]) trat dieser Auffassungsweise
olge eigener Untersuchungen bei. Wir werden jedoch später sehen,
die Ordnung, in welcher die subjectiven Farben abklingen, und die
bten Blendungsbilder manche Bedenken gegen diese Vorstellung ge-
n. Die Fälle, in denen die gesehenen Farben mit der Ergänzungs-
gleichzeitig auftritt, sprechen auch gegen diese Ansicht.

ie meisten und die gründlichsten Beobachtungen, die über diesen Gegenstand ange-
orden sind, rühren von Fechner und nächst ihm von Plateau und Tour-
er. Siehe Fechner in Poggendorff's Annalen Bd. XLIV. Leipzig, 1838.
21 fgg. und S. 513 fgg. Bd. XLV. Leipzig, 1838. 8. S. 227 fgg. Bd. L. Leipzig,
3. S. 193 fgg. und S. 427 fgg. Vergl. auch Th. Smith in The Edinburgh
phical Journal Vol. III. Edinburgh, 1820. 8. p. 92 — 100. Plateau, in den
s de Chimie et Physique. Vol. LIII. Paris, 1833. 8. p. 386. Chevreul, De
de contraste simultane des couleurs et de ses applications. Paris, 1839. 8.
lski, a. a. O. p. 57 fgg. Tourtual in Müller's Archiv. S. LXX. fgg. und
II. fgg. und 1842. S. XLV fgg. Versuche über die verhältnißmäßigen Beziehun-
Ergänzungsfarben und der Dauer des Netzhauteindruckes finden sich noch bei:
fgotsch, in Poggendorff's Annalen. Bd. LIV. S. 193. und Dove, Eben-
t. Bd. LXXI. S. 112.

Ergänzende Farbensäume. — Betrachtet man eine rothe Ob- 3855
die auf sehr weißem Postpapier liegt, bis das Auge ermüdet, so
bt sie sich mit einem bald sich vergrößernden blaugrünen Farben-
, welcher der Ergänzungsfarbe vollkommen entspricht. Orange lie-
blau, Gelb Blauviolett, Grün Röthlichviolett, Dunkelblau ein un-
Gelb. Diese Erscheinungen, auf welche Buffon die Aufmerksam-
er Naturforscher lenkte, kommen auf schwarzem Grunde schwieriger
Vorschein. Sie fehlen sogar dann in einzelnen Menschen gänzlich.
et man den Blick auf einen anders gefärbten Grund, so zeigen sich
e Verschiedenheiten des dann verwickelteren Eindruckes[1]). Das Nach-

---

lateau, in Poggendorff's Annalen. Bd. XXXII. Leipzig, 1834. 8. S. 543.
echner, Ebendaselbst. Bd. XLIV. Leipzig, 1838. 8. S. 514.
ourtual, in Müller's Archiv.
ine Reihe von Beispielen und Versuchen giebt Fechner in Poggendorff's
nnalen. Bd. XXXIV. Leipzig, 1838. 8. S. 532 — 535.

die Wahrnehmung der Ergänzungsfarbe bedingen. Andere betrach-
as Ganze nur als eine Folge kleiner Ortsverrückungen des Augapfels
350.). Der mit der Ergänzungsfarbe versehene Saum zeige sich nur
:r Seite, nach welcher der Blick gerichtet wird.

Farbige Schatten. — Stellt man einen Stab auf eine weiße 3859
e und läßt ihn einseitig von zwei Kerzenflammen beleuchten, so er-
man zwei hellere oder dunklere, graue oder schwarze Schatten.
bt man hierauf ein rothes Glas vor die eine Flamme, so nimmt
on dieser beleuchtete Schatten rothe, der andere dagegen eine grün-
Färbung an. Jede andere Lichtart bedingt in ähnlicher Weise, daß
wei Schatten die beiden Ergänzungsfarben darbieten. Wir finden
auf diese Weise Gelb-Orange und Dunkelblau, Orange und Blau,
l und Rothviolett, Violett und Gelbgrünlich. Der Raum, der die
lementarfärbung des gefärbten Beleuchtungslichtes darbietet, muß
es oder schwächer farbiges Licht empfangen.

Ein von Rumford schon angedeutetes Versuchsverfahren läßt über 3860
Wesen dieser Thatsache keinen Zweifel übrig. Betrachtet man den
weißem Lichte erhellten Schatten, der sich in der Ergänzungsfarbe
ellt, durch eine Röhre, so erblickt man noch im ersten Augenblicke seine
liche Farbe, wenn man selbst das gefärbte Beleuchtungsglas hinweg-
m oder mit einem anderen vertauschen läßt. Hat man das Rohr
ebrauch gezogen, ehe man farbiges Licht auf den anderen Schatten
ließ, so stellt sich die Ergänzungsfarbe gar nicht ein. Sollen diese
achtungen, die man leicht mit Erfolg versucht, gelingen, so erzeugt
am besten einen breiteren Schatten und richtet das Rohr auf einen
desselben, so daß ihn das Auge nicht einmal in seiner ganzen Aus-
ng überblickt. Sieht es dagegen noch den neben dem Schatten be-
hen farbigen Hintergrund, so bemerkt es auch die Ergänzungsfarbe
des Gebrauches der Röhre. Wir müssen hieraus schließen, daß die
ng des einen Schattens aus objectiven optischen Gründen hervor-
während die des zweiten von den subjectiven Gegenwirkungen der
ut abhängt.

ergl. Zschokke, die farbigen Schatten, ihre Entstehung und ihr Gesetz. Aarau,
3. Tourtual, Ueber die Erscheinungen des Schattens und ihre physiologischen
ungen, nebst Bemerkungen über die wechselseitigen Verhältnisse der Farben.
1830. 8. Pohlmann, in Poggendorff's Annalen. Bd. XXXVII. Leipzig,
3. S. 319 fgg. Fechner, a. a. O. Tourtual, in Müller's Archiv. 1840.
XXVI.

lbklingen der Farben. — Hat man eine weiße Fläche, die sich 3861
nem schwarzen Hintergrunde befindet, bei sehr hellem Lichte eine
ang angestarrt und schließt dann die Augen, so zeigt sich zunächst
ißes Nachbild. Dieses wechselt aber nach und nach seine Farbe,
endlich gänzlich schwindet. Die Färbungen fallen mit Verschieden-
:r Personen und vielleicht auch mit der Mannichfaltigkeit der Zu-
verschieden aus. Betrachtete Göthe[1]) den hellen Kreis, den die

---

idicke, a. a. O. Bd. II. S. 276. Vergl. auch Szokalski, a. a. O. p. 40. 41.

strengt worden, so zeigen sich farbige Blendungsbilder
anhalten (§. 3814.). Newton bezeichnete diese
Namen des Farben- oder des Lichtphantoms,
sie am ausführlichsten zu verfolgen. Er warf das
len Mittages bei schönem Frühlingswetter mittelst d
Reflectors auf einen weißen Grund, schloß das re
Binde und betrachtete die leuchtende Scheibe mit de
geschwärzte Röhre. War die Netzhaut in hohem
richtete er seinen Blick auf einen weißen Hintergru
Sonnenbild hatte dann verschiedenartige Farbensäume
nach Carmoisinroth mit Grün überdeckt. Orange mit
mischt, Gelblichbraun, Gelb, reines Roth und Ora
die Augenlider geschlossen, so zeigten sich Grün, Bl
Himmelblau und Dunkelblau, mithin zum Theil die
erst genannten Färbungen.

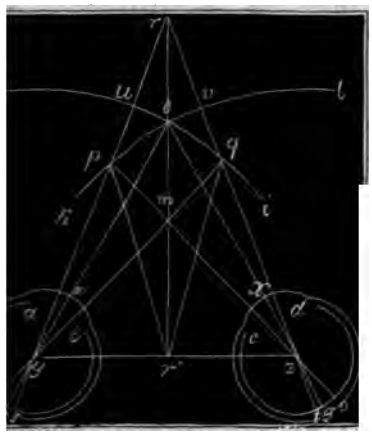
Newton bemerkte schon, daß das Lichtphantom
sichtsfelde desjenigen Auges, das nicht unmittelbar ge
tritt. Brewster giebt an, daß sich das Farbenbild
umkehrt. Schließt man ein Auge und starrt mit der
an einem schwarzen Grunde befestigte weiße Fläche,
schon unter günstigen Verhältnissen überzeugen, wie
Gesichtswerkzeug an den Veränderungen Theil nimmt.
gen deuten darauf hin, daß die Nervenfasern des ei
des anderen im Gehirn anregen und selbst vielleicht
Wirkungen, wie sie bei den Ergänzungsfarben hervo
können.

Haben wir unsere Augen durch den Anblick der Sonne geblen

u auffassen, so stellt er die Augäpfel so ein, daß sich die Verlänge-
en seiner Sehachsen oder, wie man sie auch nennt, die Leitstrah-
oder die Leitlinien in dem aufgefaßten Punkte wechselseitig schnei-
Diese können daher hier nie in wahrem Sinne des Wortes parallel
l.

Nehmen wir an, y und z, Fig. 297., seien die beiden unverrück- 3864
baren Drehpunkte der Augen, yz deren Verbindungslinie und rr' die Mittellinie, die auf yz senkrecht steht (§. 3318.), so werden die Leitlinien ef und eg gleiche Winkel eyz und ezy mit der Verbindungslinie yz bilden, so lange sich der Leuchtpunkt e in der Mittellinie befindet. Ist dieses nicht der Fall, liegt er z. B. in p oder q, so stellen pyz und qyz ungleichschenklige Dreiecke dar. Die Art und Weise, wie die Augenmuskeln unter diesen verschiedenen Verhältnissen wirken müssen, ist schon §. 3318 ff. angegeben worden.

Fig. 297.



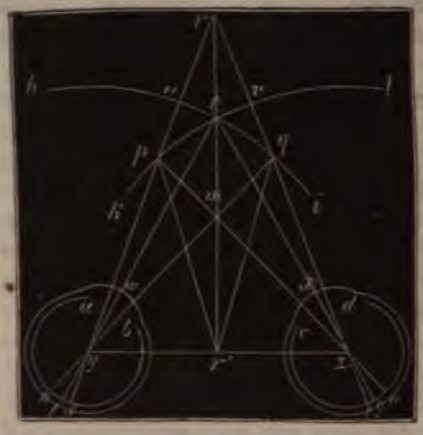
Da die gegenseitigen Neigungen der Leitlinien von den nöthigen 3865
ungen der Augen abhängen, so nennt man die hierdurch bedingten
kel die Richtungs- oder die Convergenzwinkel. Der, unter
em die Sehachsen zusammenstoßen, mithin yez, ypz oder yqz
297., heißt der äußere Richtungswinkel oder der parallak-
e Winkel der Augenachsen, und der, den je eine Sehachse mit
Verbindungslinie der Drehpunkte bildet, eyz, ezy, pyz, pzy u. s. f.
nnere Richtungswinkel. Der Unterschied des letzteren von 90°
die einseitige Abweichung vom Parallelismus.

Betrachten wir zuerst den einfachsten Fall, in dem sich der Leucht- 3866
t e in der Mittellinie rr', Fig. 297., befindet, so ergiebt sich zu-
st, daß dann die beiden inneren Richtungswinkel eyz und ezy gleich
allen müssen, weil eyz ein gleichschenkliges Dreieck bildet. Jeder
ihnen wird um so größer und mithin die Abweichung von dem Pa- Anhang Nr. 168.
lismus um so geringer, je kleiner sich der äußere Richtungswinkel
gestaltet. Die Hälfte von diesem oder yer' gleicht überdies dem
itigen Winkelunterschiede der wirklichen Stellung und des Parallelis-
der Sehachsen.

Der äußere Richtungswinkel wird um so kleiner und der innere um 3867
rößer, je weiter der Leuchtpunkt von dem Auge absteht. Will man
die Werthe, die ihm für gewisse Entfernungen zukommen, berechnen,
uß man vor Allem den gegenseitigen Abstand der beiden Drehpunkte
Augen, an denen die Beobachtungen angestellt werden, zu bestimmen
n.

3868 Nehmen wir an, wir hätten die mittlere Entfernung des Drehpu
tes y oder z, Fig. 298., vo
vorderen Ende der Augenachse
x auf die §. 3316. angegeben
ermittelt, so lassen wir einen
punkt e mit beiden Augen
betrachten, messen den Absta
selben von der Mitte der Ho
ew oder von der durch die
Vorderenden der Sehachsen
x gelegten wagerechten Li
die gegenseitige Entfernung
zuletzt genannten Punkte,
wx. Diese Werthe reichen
wechselseitige Entfernung de
punkte oder yz kennen zu
Ich fand z. B. auf dies
6,6 Centimeter für meine A

Fig. 298.



Anhang Nr. 168.

Rückt der Leuchtpunkt e, Fig. 297., sehr weit von dem Auge fort, so daß e
verhältnißmäßig bedeutende Größe erlangt, so kann die Lage des Drehpunktes o
ohne Fehler vernachlässigt werden. Man darf dann auch den gegenseitigen Abstan
Mitten der Hornhäute wx für den der beiden Drehpunkte yz in Rechnung bri
Wird der äußere Sehwinkel sehr klein, so ist man auch im Stande, die schiefe En
nung ew mit der in er' befindlichen senkrechten zu verwechseln. Man sieht hieraus,
sich die Bestimmungen in diesem Falle bedeutend vereinfachen.

3869 Die Abweichung von dem Parallelismus vergrößert sich mit der
näherung des Leuchtpunktes. Der äußere Richtungswinkel nimmt
zu, jeder der beiden unter sich gleichen inneren dagegen ab. Je we
der Gegenstand von den Augen entfernt liegt, um so beträchtlichere U
schiede führt schon ein Wechsel von einigen Centimetern herbei.
entfernt liegende Körper haben nicht bloß kleine äußere Sehwinkel,
dern eine Aenderung der Entfernung, die viele Meter beträgt, er
hier noch keine beträchtliche Schwankungen.

Legen wir z. B. die für meine Augen gültigen Werthe zum Gr
so geben 10,8 Centimeter Entfernung 17°3′ und 20 Centimeter 9°2
die Abweichung vom Parallelismus. 9,2 Centimeter Unterschied bed
daher 7°40′ des Stellungswechsels. 1 Meter dagegen hat 1°53′30
eine deutsche Meile oder 7407 Meter 0°0′1″. Wir erhalten mithi
nur eine Verschiedenheit von 1°53′29″. Schlage ich meine mittlere
weite zu 24 Centimeter an, so findet sich 15°42′ für den äußeren,
für jeden inneren Richtungswinkel und 7°51′ für die Abweichung vo
Parallelismus.

Nro. 168. des Anhanges enthält eine Reihe von Beispielen, in denen all
Werthe für verschiedene Entfernungen berechnet sind.

3870 Der eben erläuterte Umstand hat nicht selten zu einer unrich
Auffassung verleitet. Liegt der Leuchtpunkt nahe, so müssen die Seh

so sehr nach innen gewandt werden, daß der Unterschied von dem Parallelismus auf der Stelle in die Augen fällt. Blickt man dagegen in weite Ferne, so übersieht man leicht die geringen Neigungen der Leitlinien. Man hat sie deshalb häufig als parallel angesehen. Es ergiebt sich von selbst, daß dieser Fall nie zu Stande kommen kann, so wie nur beide Augen auf einen Punkt gerichtet werden.

Liegt der erblickte Körper seitlich von der Mittellinie, so können 3871
weierlei Fälle eintreten. Er befindet sich in der Verlängerung der einen,
auf der Verbindungslinie der Drehpunkte senkrecht stehenden Sehachse oder
nicht. Ist jenes der Fall, so gleicht der innere Richtungswinkel der zwei-
en Sehachse dem Unterschiede des äußeren Richtungswinkels von 90°.
Neigen sich beide Sehachsen unter schiefen und ungleichen Winkeln, so Anhang Nr. 168
hängen die Richtungswinkel von der Entfernung und der Seitenlage des
Leuchtpunktes ab.

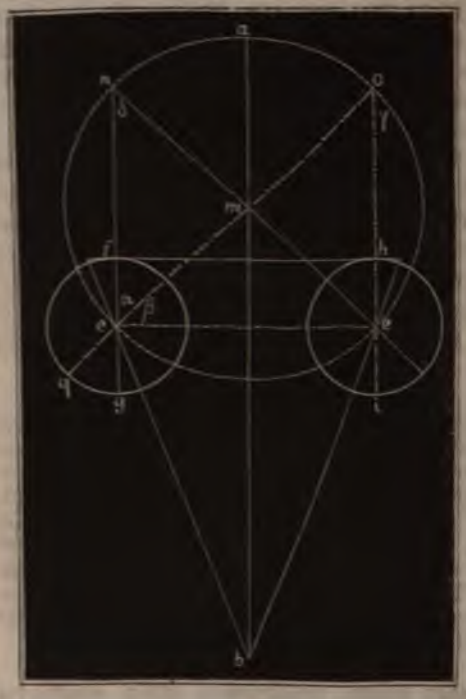
Nehmen wir z. B. an, der Körper befinde sich in der Verlängerung der einen Sehachse, diese stehe senkrecht auf der Verbindungslinie der Drehpunkte, die Entfernung vom Auge betrage 24 Centimeter, der Abstand des Drehpunktes von der Mitte der Hornhaut gleiche 11,9 Millimeter und die gegenseitige Entfernung beider Drehpunkte 6,5 Centimeter, so erhalten wir 14°41′ für den äußeren und 75°19′ für den zweiten inneren Richtungswinkel. Liegt dagegen der Leuchtpunkt seitlich und beträgt sein Abstand von dem einen Auge 24 und von dem anderen 25 Centimeter, so finden wir, wenn wir die übrigen Werthe wie in dem ersten Beispiele beibehalten, daß der äußere Richtungswinkel 14°36′, der innere des Auges, dem der Gegenstand näher ist, 91°20′ und der des anderen Gesichtswerkzeuges 74°4′ gleicht.

Denken wir uns, beide Augen wären vollkommen gleich weitsichtig 3872
oder kurzsichtig und lassen wir das Anpassungsvermögen außer Acht, so
würde nur ein Leuchtpunkt, der genau in der Mittellinie liegt, von bei-
den Sehwerkzeugen mit gleicher Deutlichkeit wahrgenommen werden kön-
nen. Da aber die Sehweite eine gewisse Entfernung umfaßt und die
Anpassung den Wechsel der Längenabstände noch mehr vergrößern kann,
so sind auch die gesundesten Augen im Stande, seitlich gelegene Leucht-
punkte klar aufzufassen. Weichen dagegen die beiden Gesichtswerkzeuge
in den Graden ihrer Kurz- oder Weitsichtigkeit unter einander ab, so
wird ein Gegenstand, der in der Mittellinie liegen sollte, wie wir §. 3605.
erläutert haben, verschoben, damit er deutlich erblickt werde.

Gemeinschaftliches Gesichtsfeld beider Augen. — Stel- 3873
len wir uns vor, die beiden Sehachsen *fg* und *hi*, Fig. 299. (f. S.),
ständen parallel, so erblickt das eine Auge den in seiner Sehweite be-
findlichen Punkt *n* und das andere den Punkt *o* mit größter Bestimmt-
heit. Da aber Bilder, die sich seitlich von dem hinteren Ende der
inneren Sehachse abspiegeln, aufgefaßt werden und nur nach Maaßgabe
ihrer Entfernung von der Mitte des gelben Fleckes schärfer oder undeut-
licher erscheinen, so erzeugt sich auf diese Weise ein für beide Augen ge-
meinschaftliches Gesichtsfeld, wenn wir uns selbst die Sehachsen parallel

gerichtet denken. Gesetzt, die Grenze der Wahrnehmung reichte von q bis g, so umfaßt das eine Auge nao und das andere oan oder dasselbe Stück des sichtbaren Raumes. Die Ausdehnung desselben wird von der Winkelgröße der seitlichen Auffassung, der wechselseitigen Entfernung der optischen Mittelpunkte der beiden Augen und der Sehweite oder dem Abstande der Leuchtpunkte bestimmt werden.

Fig. 299



Die inneren Schenkel en und em der beiden unter sich gleichen Winkel nem und oem oder ihr Durchschnittspunkt m werden die Grenze jenes gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes bestimmen. Der Abstand des Durchschnittspunktes bildet aber eine Function des Winkels α und der gegenseitigen Verbindungslinie ee der beiden optischen Mittelpunkte. Stellen wir diese, was ohne beträchtlichen Fehler geschehen kann, dem Abstande der Mitten der beiden Hornhäute gleich und setzen ihren Werth $= 1$, so beträgt die Entfernung des Punktes m 28,7 Mal so viel, wenn $\alpha = 1°$ ist. Wir haben 9,5 für 3°, 5,7 für 5° und 0,87 für 30°.

Anhang Nr. 108.

3874 Betrachten wir den zweiten Fall, in dem sich die Leitlinien ih und ie Fig. 300., in einem Punkte i schneiden, so treten die Gestaltverhältniß des Auges als erste Schwierigkeit entgegen. Wir wissen, daß der Augapfel keine völlig kugelige Gestalt besitzt. Wir sind aber noch nicht im Stande eine andere Form mit Sicherheit den Untersuchungen zum Grunde zu legen. Es wird sich später finden, daß dieser Punkt einen bedeutenden Einfluß auf die Bestimmung der Form des Gesichtskreises und der sich hieran knüpfenden Fragen ausübt. Sind wir aber vorläufig genöthigt, von der einfacheren Annahme, nämlich der der Kugelgestalt des Augapfels auszugehen, so fußen wir jedenfalls auf einer schwankenden Grundlage.

Fig. 300.

3875 Lassen wir auch diesen Uebelstand bei Seite, so hängt es, wie Ha

) schon dargethan hat, von den Beziehungen der äußeren
ıkel oder den Größenverhältnissen der Leitlinien ab, welche
. die Linie des Gesichtsfeldes oder der Durchschnitt
:s letzteren mit der durch die Sehachsen gelegten Ebene an-
i Hauptfälle können in dieser Beziehung möglicher Weise

wir an, die äußeren Richtungswinkel φ, ψ und $\varkappa$ seien un- 3876
gleich, so bildet lik das Bogenstück eines Kreises. Wir
§. 3323. gefunden, daß dann beide Augen gleiche Winkel-
machen, wenn sie aus dem Parallelismus in eine gleichartige
)der aus dieser zur Betrachtung eines seitlich von der Mit- Anhang Nr 169.
)lichen Gegenstandes übergehen. Die Summen je zwei zu-
ender Leitlinien verhalten sich dann wie die Summen der
entsprechenden inneren Richtungswinkel. Wir haben daher
$ih:kg + kh = sin.igh + sin.ihg:sin.kgh + sin.khg.$
wir uns, die Summe der beiden Leitlinien gebe eine bestän- 3877
es sei mithin z. B. $ig + ih = kg + kh = lg + lh$, so
:n Abschnitt einer Ellipse, die ihre Brennpunkte in den Dreh-
ıd h hat. Die Sinus der äußeren Richtungswinkel verhalten
: die Summen der Sinus der entsprechenden inneren Rich-
Wir finden z. B. $sin.\varphi : sin.\psi = sin.kgh + sin.$ Anhang Nr. 169.
$)h + sin.ihg.$
ı endlich die äußeren Richtungswinkel und die Summen der 3878
t der Verschiedenheit des aufgefaßten Punktes, so bildet lik
t einer krummen Linie höheren Grades. Die Summen je
hender Leitlinien verhalten sich dann zu einander, wie die
Sinus der zugehörigen Richtungswinkel getheilt durch den Anhang Nr. 169.
:ummen derselben.

n Forscher nahmen mit Aguilonius an, daß der Gesichtskreis einer
he, die der durch die Drehpunkte senkrecht gelegten Ebene parallel läuft,
se Ansicht ist, streng genommen, in keinem Falle richtig. Man kann sie
ehr große Entfernungen billigen, weil man dann die schwache Krüm-
r geraden Linie gleich zu setzen vermag. Andere Forscher, vorzüglich
)h. Müller, denen die meisten Neueren folgen, betrachten die Linie des
ls einen Kreis. Wir werden später sehen, daß sie zu dieser Anschauung
Theorie des Einfachsehens geführt wurden. Die nähere Prüfung die-
wird uns aber auch zu der Ueberzeugung führen, daß die ursprüngliche
und deren fernere Folgerungen gerechten Zweifeln unterworfen werden

sich der Abstand des Leuchtpunktes in dem Grade, daß die gegenseitige
beiden Drehpunkte ihm gegenüber vernachlässigt werden kann, so muß
welche die Linie des Gesichtsfeldes darbietet, in einen Kreis mit großem
) endlich in eine Ebene übergehen. Da aber die mittlere Sehweite 24
ägt und die Drehpunkte meiner Augen z. B. 6,6 Centimeter abstehen, so
man die Frage gerade für die schärfste Auffassung mittelgroßer und klei-
: auf die eben erwähnte Weise nicht vereinfachen kann.

---

clever, Die Raumvorstellung aus dem Gesichtssinne. Berlin, 1842. 8.
20.

3879 Erinnern wir uns, daß wir nicht bloß einen Punkt, sondern einen gewissen Abstand in der Verlängerung der Sehachse deutlich sehen, so folgt, daß unser Gesichtsfeld keine einfache Fläche bildet, sondern eine bestimmte Tiefe besitzt. Dieser Umstand erschwert es in hohem Grade, durch unmittelbare genaue Messungen der Leitlinien zu bestimmen, welche Gestalt die Linie des Gesichtsfeldes darbietet.

3880 Einfach- und Doppeltsehen mit zwei Augen. — Richten wir die Sehachsen *wf* und *xg*, Fig. 301., auf den einen Punkt *e*, so daß sich die Leitlinien *ef* und *eg* in ihm schneiden, so erblicken wir *e* einfach, wenn sich auch sein Bild auf beiden Netzhäuten abspiegelt. Dasselbe gilt von einem gewissen Raumbezirke, der sich in der Nähe von *e* befindet. Bleiben aber die Leitlinien auf *e* gerichtet, so erscheint ein Punkt *m*, der bedeutend näher, oder ein Punkt *r*, der ferner liegt, nicht bloß undeutlicher, sondern auch in Doppelbildern. Man kann übrigens bemerken, daß manche Menschen diese Vervielfältigung des Bildes leichter und deutlicher als andere wahrnehmen.

Fig. 301.

3881 Es läßt sich beweisen, daß sich die Ortsbeziehungen der Doppelbilder ändern müssen, je nachdem der zweite erblickte Punkt *m* oder *r* vor oder hinter dem Durchschnittspunkte *e* der Leitlinien liegt. Nehmen wir der Einfachheit wegen an, daß die Gesichtswerkzeuge Kugeln bilden und daß sie die Gegenstände in einer gewissen Sehweite *ex* und *ew*, Fig. 301., mit größter Schärfe erkennen, so wird das eine Auge alle Punkte, die in *kel* und das andere alle, die in *hei* liegen, am schärfsten erblicken. Man nannte daher auch die Linien *ey* und *ez* oder die Entfernungen jener Bogen von den Drehpunkten die Deutlichkeitshalbmesser. Beide Bogenstücke *hi* und *kl* schneiden sich in dem einfach gesehenen Punkte *e*. Spiegelt sich aber zugleich der nähere Punkt *m* ab, so daß sein Bild seitlich von der Sehachse auffällt, so suchen wir den Eindruck in die Deutlichkeitsbogen überzutragen oder wenigstens ihnen zu nähern. Die Art dieser Versetzung wird uns noch später beschäftigen. Das in Fig. 301. an der rechten Seite gezeichnete Auge verschiebt daher sein Bild in der Richtung *mp* und das linke in *mq*. Wir haben daher hier entgegengesetzte Beziehungen. Liegt aber der zweite aufgefaßte Punkt *r* jenseit des Durchschnittspunktes *e* der Leitlinien *ey* und *ez*, so muß der gleiche Vorgang zu dem Ergebnisse führen, daß das Doppelbild des rechten Auges in der Bahn *rv* und das des linken in *ru* versetzt wird. Drücken wir den Satz allgemeiner aus, so liefert ein Leuchtkörper, der diesseit des Kreuzungspunktes der Leitlinien liegt, gekreuzte, ein anderer dagegen, der sich jenseits befindet, entsp

chende Doppelbilder. Steht der Leuchtpunkt außerhalb der Mittellinie *rr'*, so wiederholt sich der Hauptsache nach die gleiche Erscheinung.

Will man sich von der Richtigkeit des Gesagten überzeugen, so be- 3882
festigt man auf einem Lineal zwei Nadeln senkrecht in einem geradlinigen Abstande von ungefähr 20 Centimeter und richtet das Ganze so ein, daß die nähere Nadel 10 bis 12 Centimeter von der Mittellinie des Gesichtes in der Höhe der beiden Augen entfernt liegt. Betrachtet man nun eine von ihnen mit beiden Augen zugleich, so erscheint die zweite doppelt. Man erhält aber hierbei entgegengesetzte Ergebnisse, je nachdem man den Blick auf die eine oder die andere richtet. Betrachtet man die entfernte, *e*, Fig. 301., so daß *m* das Doppelbild liefert, so schwindet die linke zweifach gesehene Nadel, wenn man sich das rechte Auge verdeckt und umgekehrt. Wendet man dagegen den Blick auf die nähere *m*, so daß *e* zweifach gesehen wird, so vernichtet die Bedeckung des rechten Auges das rechte und die des linken das linke Doppelbild. Befestigt man drei Nadeln in *r*, *e* und *m* und betrachtet die mittlere *e*, so schwindet das linke Bild von *m* und das rechte von *r*, so wie man das rechte Auge mit einem dunklen Tuche verdeckt.

Die Doppelbilder entfernen sich um so mehr von einander, je weiter 3883
die Punkte *r* und *m*, Fig. 301., von dem Kreuzungspunkte *e* der Leitlinien abstehen. Sie werden um so eher außerhalb der natürlichen Sehweite erblickt. Da aber dieser Umstand die Chromasie des Auges (§. 3689.) und die Auffassung von Ergänzungsfarben (§. 3876.) begünstigt, so erklärt es sich, weshalb nicht selten Farbensäume diese Erscheinungen begleiten.

Menschen, welche die Fähigkeit haben, mit einem Auge willkürlich zu schielen, können sich hierdurch Doppelbilder nach Belieben zur Anschauung bringen. Was hier unter dem Einflusse des Willens eingeleitet werden kann, bildet eine unangenehme dauernde Störung in manchen Krankheitsverhältnissen, in denen die Stellungsbeziehungen der Augenpaare anhaltend oder vorübergehend leiden. Die Schielenden sind solchen Störungen am ehesten ausgesetzt. Bedenken wir aber, daß das abgewichene Auge mit der Zeit stumpfsichtiger wird, daß es immer weniger deutlich in eine irgend beträchtliche Ferne sieht, so erklärt sich hieraus, weshalb das Doppeltsehen, wenn es im Anfange vorhanden war, in der Folge immer mehr zurücktritt oder gänzlich verschwindet. Da es bis zu einem gewissen Grade von dem Willen des Menschen abhängt, ob er ein undeutlicheres Doppelbild neben dem klareren auffaßt, so ereignet es sich, daß manche Kranken, wenn sie aufmerksam sind, doppelt, sonst dagegen einfach sehen. Haben ihre beiden Augen ungleiche Sehweiten, so erblickt der Schielende gleichzeitig einen Gegenstand mit dem einen und einen zweiten mit dem anderen Auge. Dieses hinzukommende Bild wird zwar häufig vernachlässigt; es drängt sich aber sogleich mit größerem Nachdrucke auf, wie so sich der Gegenstand, der in seinen Bereich fällt, durch Farbe, Glanz oder auf irgend eine andere Weise besonders auszeichnet. Vergl. hierüber L. Böhm, Das Schielen und der Sehnenschnitt in seinen Wirkungen auf Stellung und Sehkraft der Augen. Berlin, 1845. 8. S. 252 — 284.

Wir werden in der Nervenlehre finden, daß viele Täuschungen trotz 3884
des sichersten Gegenzeugnisses unseres Bewußtseins nicht verschwinden, sobald gewisse unveränderliche organische Bedingungen ihrem Auftreten zum Grunde liegen. Die Doppelbilder, die bei unpassender Einstellung der Sehachsen zum Vorschein kommen, können dieses deutlich erhärten. Der

umgekehrte Fall, daß wir zwei Oeffnungen, die wir noch den Auge vorher geschieden wahrgenommen, deren Anwesenheit nicht dem geri Zweifel von unserer Seite unterliegt, dessenungeachtet unter geeig Bedingungen einfach sehen, spricht noch entschiedener für den eben terten Grundsatz.

3885 Verfertigt man sich zwei Pappröhren von ungefähr gleicher und demselben Durchmesser, und bringt je eine von ihnen vor ein so daß sie sich in geringem Grade gegen einander neigen, so sieht zwei Oeffnungen. Sie rücken einander um so näher, je mehr m Röhren convergiren läßt. Es tritt endlich eine Stellung ein, bei d immer nur eine Oeffnung wahrnehmen. Diese entspricht dem ä Richtungswinkel, bei welchem sich die beiden Oeffnungen wechse decken, so wie wir die Anschauungen in den unserem Deutlichkeit messer entsprechenden Theil des Gesichtsfeldes übertragen. Kurzsich Personen haben daher auch minder lange Röhren, als weitsichtige

3886 Versehen wir ein Papier mit zwei kleinen runden Oeffnungen der Quere nach 2 bis 4 Centimeter wechselseitig abstehen, lassen sie helles Tageslicht fallen und richten den Blick des rechten Auge den rechten und den des linken auf den linken hellen Kreis, so n wir natürlich die beiden Löcher gesondert wahr. Verlieren wir sie nicht aus dem Blicke, während wir das Papier allmälig nähern und gemäß jedes der beiden Augen nach innen rollen, so scheinen u Oeffnungen an einander zu rücken, bis sie sich endlich theilweise u letzt gänzlich decken. Man kann dann das Bild eines gegenüberlieg Gegenstandes durch jenes eine Loch befriedigend auffassen [1]). S man das rechte oder das linke Auge, so kehrt die natürliche Lage d den Oeffnungen wieder. Stehen die beiden Löcher senkrecht über ein so bleiben in der Regel beide kenntlich. Sieht man nur eines, so zeugt man sich bald, daß es keinem Mitteleindrucke angehört.

3887 Eine Thatsache, die wir an den beiden wagerecht gestellten O gen wahrnehmen, lehrt deutlich, daß jedes Auge an und für sich se sondertes Bild auffaßt und daß wir erst beide geistig zu einer Ein auffassung verbinden, so wie sich die Kreise in dem Deutlichkeitsf der beiden Gesichtsfelder wechselseitig decken. Hat man nämlich die fernung gefunden, in der man die mittlere helle Oeffnung erblickt, lingt es bei einiger Aufmerksamkeit, die beiden seitlichen Löcher gleic wahrzunehmen. Man erblickt so drei Oeffnungen, und zwar die m schärfer, als die beiden seitlichen, ohne daß man sich irgend einer rückung der Augenachsen bewußt wird.

3888 Wettstreit der Gesichtsfelder. — Unterscheiden sich die weiten der beiden Augen eines Menschen in beträchtlichem Grade, merkt er schon bei dem §. 3885. beschriebenen Versuche, wie sich de Kreis, der dem weitsichtigen Auge entspricht, bei gehöriger Conv

[1]) Vgl. J. Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Bd. I. Prag, 1823. 8. S. 145 — 154.

r Röhren hinter die andere Mündung schiebt. Er kann dann nach Be-
ben die nähere oder die entferntere wahrnehmen. Augen, deren Seh-
riten in geringerem Grade abweichen, können die gleichen Erfahrungen
achen, so wie sich die beiden Kreisfelder durch verschiedene auffallendere
nkte oder durch Farbenunterschiede auszeichnen.

Führt man eine Nadel senkrecht durch die Mündung der einen und 3889
ne zweite quer durch die der anderen Röhre, so erblickt man ein
reuz, so wie man den nöthigen Grad der Convergenz getroffen hat.
an kann aber auch nach Belieben die senkrechte oder quere Nadel deut-
her wahrnehmen. Stehen beide senkrecht und decken sie sich später nicht
nz vollkommen in dem einfachen Bilde, so erhält man auch hier das
eiche Ergebniß.

Versieht man die Ausgangsöffnung der einen Röhre mit einer gelben 3890
nd die der anderen mit einer blauen Oblate und erzeugt wiederum die
nschauung eines einfachen Kreises, so fällt häufig die Färbung, welche
m weitsichtigen Auge entspricht, gänzlich hinweg. Man kann aber auch
icht die, welche ihm angehört, bei einiger absichtlichen Willensanstrengung
lein erblicken oder beide zugleich und gewissermaßen an oder hinter ein-
ader erkennen. Es ereignet sich eben so, daß man bloße Bogentheile
r gelben und rothen Oblate auffaßt. Ich bin aber auch dann im
stande, den Umfang des einen auf Kosten des anderen zu vergrößern.
Zählt man andere Farben, so erhält man ähnliche Ergebnisse.

Vertausche ich die Oblaten mit gefärbten Gläsern, so wiederholt sich 3891
as Gleiche. Enthält z. B. das Rohr des rechten Auges ein gelbes und
as des linken ein hellblaues Glas, so kann ich einen weißen Hintergrund
bwechselnd gelb oder blau gefärbt wahrnehmen. Kleine Bewegungen des
ugapfels begleiten häufig diese Veränderung. Eben so erblicke ich eine
leichförmige gelbe oder blaue Färbung oder einen gelben und einen blauen
bschnitt des Gesichtsfeldes, je nachdem meine Aufmerksamkeit auf einen
ahen oder einen sehr entfernten Gegenstand gerichtet ist. Lege ich beide
läser zusammen und sehe durch sie mit einem Auge, so stellt sich natür-
h eine scharf ausgesprochene grüne Farbe ein. Ich kann dagegen nie
ne Mischfarbe in den oben erwähnten Versuchen wahrnehmen. Herrscht
i ihnen die gelbe Färbung vor, so ereignet es sich höchstens bei anhal-
nder Betrachtung, daß sich eine schwache grünliche Tinte in einzelnen
ugenblicken beizumischen scheint. Bedenken wir aber, daß dann immer
e Frage, ob man grün sieht oder nicht, dem Geiste gegenwärtig ist, so
ird man kein Gewicht auf jenes unvollständige und vorübergehende Er-
bniß legen können. Gebrauchte ich rothorange und hellblaue, gelbe und
nkelblaue, grüne und violettrothe Gläser, oder betrachtete ich die Er-
inzungsfarben der gefärbten Schatten mit beiden Röhren, so erhielt ich
i Wesentlichen die gleichen Erscheinungen.

Die einzelnen Forscher, welche sich mit diesem Gegenstande beschäf- 3892
gten, haben ziemlich verschiedene Resultate erhalten. La Tour, Janin,

Reid, E. H. Weber [1]), Huſchke [2]), Völkers [3]), Teuſcher [4]) und Prevoſt nahmen an, daß eine Miſchung der beiden Farben zu Stande kommen könne. Joh. Müller [5]), Heermann, Wheaſtone [6]), Volkmann [7]), Tourtual [8]) und Böhm [9]) leugneten dieſes. Sie gaben nur einen Wechſel des Helligkeitsgrades oder höchſtens eine ſchmutzige, etwas veränderte Färbung für Einzelfälle zu. Die Erfahrungen, auf denen man fußte, beſtanden darin, daß man z. B. ein gelbes Glas vor das eine und ein blaues vor das andere Auge ſchob, mit dem einen eine gelbe und mit dem anderen eine blaue Fläche betrachtete und beide durch willkürliches Schielen in dem ſubjectiven Geſichtsfelde über einander zu legen ſuchte oder daß man zwei verſchiedene Farben abwechſelnd in ein und in beide Augen einleitete.

3893 Die meiſten dieſer Verſuche führen zu keinen ſicheren Schlußfolgerungen, weil die Farben auf das Gerathewohl ausgewählt wurden und man die Rückſicht auf die verhältnißmäßigen Helligkeitsgrade außer Acht ließ. Es ergiebt ſich hieraus, daß auch die Dicke und Durchſichtigkeit der Brillengläſer, die man gebraucht, in Anſchlag gebracht werden muß. Teuſcher [10]), der dieſe Klippe durch eine genaue Auswahl des Blau und Gelb zu vermeiden ſuchte, fand, daß ſich im Anfange der Wettſtreit der Geſichtsfelder geltend macht, daß aber ſpäter die wahre Miſchfarbe deutlich auftritt. Wir werden in der Folge bei der Betrachtung des Stereoſkopes (§. 3910.) Erfahrungen kennen lernen, in denen eine wahre Ausgleichung der Färbungen beobachtet wird.

Böhm [11]) ließ Schielende Brillengläſer mit verſchiedenen Farben gebrauchen, um ſich über die näheren Verhältniſſe ihres Sehens zu unterrichten. Hat z. B. das rechte Auge ein gelbes und das linke ein blaues Glas, und iſt jenes das ſchwächere, ſo muß auch ſeine gelbe Farbe einen kleineren Theil des Geſichtsfeldes einnehmen, ſo wie beide Farben neben einander wahrgenommen werden. Schielt das eine Auge in einem Zeitpunkte weiter nach innen, ſo ſchiebt ſich natürlich auch das gefärbte Feld, ſobald es zum Bewußtſein gelangt, nach der Seite des anderen Auges hinüber.

3894 Ortsverhältniſſe der Netzhautbilder beider Augen. — Denken wir uns, *y* und *z*, Fig. 302, bildeten die beiden optiſchen Mit-

---

[1]) E. H. Weber, De pulsu, resorptione, auditu et tactu. Lipsiae 1834. 4. p. 116 u. 117.

[2]) Huscke, in Schmidt's Jahrbüchern der gesammten Medicin. Bd. XII. Leipzig 1836. 4. p. 118.

[3]) Völkers, in Müller's Archiv. 1838 S. 60 — 69.

[4]) R. Teuscher, Diss. de identitate retinarum oculi qualitativa. Jenae 1844. 8 pag. 23.

[5]) Joh Müller, Physiologie. Bd. II. Coblenz, 1838. 8. S. 387. 388.

[6]) Wheastone, in Poggendorff's Annalen. Ergänzungsband zu Bd. LI. Leipzig, 1842 8. S. 34. 35.

[7]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1838. S. 375 — 381.

[8]) Tourtual, Ebendaselbst. 1840 S. LXII — LXX

[9]) Böhm, a. a. O. S. 232

[10]) Teuscher, a. a. O. p. 23.

[11]) Böhm, a. a. O. S. 237 — 241. u. S. 277.

Fig. 302.

telpunkte und *e* einen einfach geſehenen Punkt, auf den die beiden Sehachſen *ef* und *eg* gerichtet ſind, ſo erſcheinen die Punkte *m* und *r* doppelt. Die *m* entſprechenden Richtungslinien ſind *myn* und *mzo*. Die Bilder von *m* liegen daher in *n* und in *o*, d h. ſie befinden ſich in jedem der beiden Augen nach außen von dem hinteren Ende der inneren Sehachſe oder nach außen von *f* u. *g*. Der ebenfalls doppelt wahrgenommene Punkt *r* hat ſeine Richtungslinien in *rys* und *rzt* und ſeine Netzhautbilder in *s* und *t*. Beide befinden ſich daher hier nach innen von *f* und *g*. Da die

ıngen *me* und *er* wechſeln können, ohne daß die Verdoppelung kte *m* und *r* aufhört, ſo müſſen wir hieraus ſchließen, daß wir unkt, den wir mit beiden Augen zugleich betrachten, zweifach ſehen, ſich jedes ſeiner beiden Bilder nach außen oder nach innen von eren Enden der Sehachſen abſpiegelt.

hmen wir dagegen an, *l*, *i* und *k*, Fig. 303., ſeien drei Punkte, 3895

Fig. 303.

die wir einfach und deutlich wahrnehmen, die Leitlinien kreuzten ſich in *i*, ſo fällt das Bild von *i* auf die hinteren Endſtellen der beiden Sehachſen auf *b* und *e*. Der Punkt *k* ſpiegelt ſich in *p* und in *o* oder nach außen von *b* und nach innen von *e* ab und eben ſo *l* in *n* und *m* oder nach innen von *b* und nach außen von *e*. Die Breite *il* hat eben ſo *bn* und *em* und *ik* die Ausdehnungen *bp* und *oe* zu Netzhautbildern. Wir ſehen hieraus, daß wir die Gegenſtände einfach erblicken, wenn ſie ſich an entgegengeſetzten Seiten der hinteren Enden der inneren Sehachſen und zwar in

entſprechenden Entfernungen abſpiegeln.

eſes Verhältniß kehrt für die Richtung von oben nach unten nicht 3896

Soll hier die Wahrnehmung von Doppelbildern innerhalb der n der natürlichen Sehweite ausbleiben, ſo müſſen die Gegenbilder ichen Theile nur oberhalb oder nur unterhalb der Hinterenden der Sehachſen in beiden Augen zu liegen kommen.

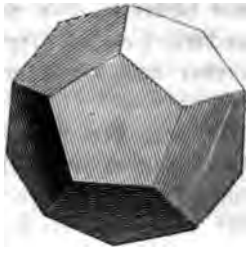
lan unterſcheidet in der Regel identiſche oder übereinſtim- 3897
: und nicht identiſche oder verſchiedenartige Netzhaut-

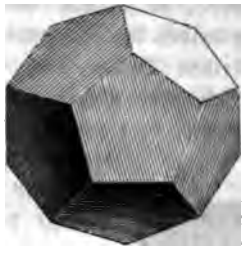
stellen. Jene bezeichnen diejenigen Punkte, auf denen sich die zwe
abspiegeln müssen, wenn der Gegenstand mit beiden Augen einfach
werden soll, und diese die Orte, welche Doppelbilder in dem
Falle liefern. Versetzen wir die hinteren Enden der Augenachs
und *e*, Fig. 303., so sind der Querrichtung nach *p* und *o*, s
und *n* übereinstimmende, *p* und *m*, so wie *n* und *o* dagegen ni
einstimmende Netzhautpunkte. Wir werden sogleich auf das Nähe
Auffassungsweise zurückkommen (§. 3905.).

3898 Wirkungen des Sehens mit zwei Augen. — Besi
Augen ungefähr die gleiche Sehweite, so dient der gleichzeitige
derselben, die Gesichtseindrücke zu verschärfen. Er vergrößert
das gemeinschaftliche Gesichtsfeld. Ein Einäugiger, der einen
dem Kopfe trägt, stößt daher auch leichter in einem engen Gang

3899 Die Betrachtung mit zwei Augen kann manche Täuschung
theils, die de
mit einem Aug
führt, beseitige
nen wir z. B.
dekaeder, so n
sie von zwei S
sieht, Fig. 304.
und blickt sie m
Augen zugleich
erscheinen sie flä
wie sie wirklich
net sind. Schl
dagegen das ei
so gewinnt es

Fig. 304. Fig. 305.





sehen, als ob man wahre Körpermassen vor sich hätte. Nähert
Augapfel dem Bilde und blickt es besonders schief von der Seite
durch eine Röhre an, so vergrößert sich noch die Täuschung.

3900 Führen die Nebenverhältnisse zu dem Ausnahmsfalle, daß
wesentlich verschiedenartige Bilder auf entsprechenden Stellen de
Netzhäute abspiegeln, so wählen wir zweierlei Wege, um die
bedingten Störungen zu beseitigen. Wir fassen nur das eine Bi
uns vorzugsweise behagt, auf und lassen das andere gänzlich un
oder wir schließen das eine Auge, um alle unangenehmen Di
schauungen zu vermeiden Manche Menschen sehen daher auch gl
mit einem Auge in ein Fernrohr oder in ein Mikroskop und mit
deren in's Freie. Es kommt aber hierbei oft genug vor, daß
mikroskopische Bild und das eines anderen, dem freien Auge darg
Gegenstandes gleichzeitig und zum Theil über einander darstellen.

3901 Ist ein Mensch zerstreut, so kann es sich ereignen, daß die z
sprechenden Bilder beider Augen nicht einfach aufgefaßt werde
ereignet sich, daß sich hierbei das eine in einer bläulichen und das

einer gelblichen Färbung darſtellt [1]). Eine ungleiche Sehweite der Au-
i begünſtigt dieſes Mißverhältniß in hohem Grade. Vergl. §. 3689.

Urſachen des Einfachſehens mit zwei Augen. — Manche 3902
rſcher, wie Gaſſendi, Porta, Leclerc, Hall, Neumann, gingen
a dem Grundſatze aus, daß wir immer nur das Bild eines Auges klar
faſſen. Könnte man dieſes zugeben, ſo würde hierdurch gewiſſermaßen
e fernere Erklärung des Einfachſehens überflüſſig. Wir haben aber
on früher bemerkt, daß jene Vorausſetzung nicht richtig iſt. Es kommt
snahmsweiſe vor, daß ein Geſunder das Bild des einen Auges unter-
ickt, weil es das des anderen ſtört. Perſonen, deren Geſichtswerkzeuge
r ungleiche Sehweiten haben und Leute, die in auffallendem Grade
ielen, benutzen oft nur ein Auge, um nicht von unklaren Darſtellungen
:r von Doppelbildern beläſtigt zu werden. Es kann ſich ſogar ereignen,
ȝ das eine Auge eines Menſchen ſeit Jahren erblindet iſt, ohne daß er
i deſſen bewußt wird. Der zufällige Schluß der Augenlider der geſun-
i Seite führt ihn erſt zu der ſicheren Erkenntniß ſeines Leidens. Alle
ſe Fälle gehören nur krankhaften oder ungewöhnlichen Verhältniſſen an.
e Thatſachen des Einfach- und des Doppeltſehens mit zwei Augen laſſen
nen Zweifel übrig, daß wir in der Regel eine einfache Anſchauung
rch die gleichzeitige Thätigkeit beider Augen erhalten.

Einzelne ältere und neuere Phyſiker und Phyſiologen glaubten ſich 3903
der Annahme berechtigt, daß gewiſſe, in dem Verlaufe der Nerven-
ern begründete beſtändige Beziehungen das Einfachſehen vermitteln.
ewton [2]) ſtützte ſich ſchon in dieſer Hinſicht auf die gegenſeitige Ver-
ıdung der Nervenfaſern in dem Chiasma, die noch im Gehirn ſelbſt
vollſtändigt werde. Andere ſetzten eine Theilung der Faſern für die
hte und die linke Netzhaut an einem der genannten Orte oder an bei-
i voraus. Wir werden in der Nervenlehre finden, daß man dieſe An-
hmen, die noch keine anatomiſche Unterſuchung mit Sicherheit ſtützen
mte, nach dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe nicht zu
chen braucht. Die gewöhnliche Anordnung der Centraltheile des Ge-
nes iſt ſchon ohne Weiteres im Stande, die geſonderten Anſchauungen
: beiden Augen in Beziehung zu bringen und zu einer einzigen zu ver-
den.

Einzelne Forſcher, wie z. B. Steinbuch und Haſenclever, ſuchen 3904
Frage mit der Lehre von den Muskelideen in Verbindung zu bringen.
ir fühlen, daß wir die beiden inneren geraden Augenmuskeln in einem
: Entfernung des Gegenſtandes entſprechenden Verhältniſſe zuſammen-
hen müſſen, wenn der Leuchtpunkt einfach geſehen werden ſoll. Wir
lten ihn daher auch für einfach, ſobald wir jenen Bedingungen Genüge
eiſtet haben. Laſſen wir auch die ſchon früher (§. 3763.) über die An-
ndung ſolcher Vorſtellungen gemachten Bemerkungen bei Seite, ſo er-

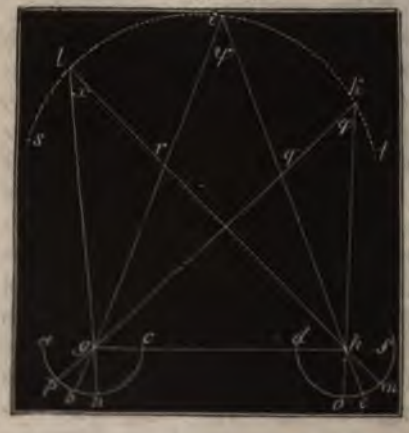
---

[1]) Steinheim, in Hecker's neuen wissenschaftlichen Annalen. Bd. III. Berlin, 1836. 8. S. 270—280.
[2]) J. Newton, Optice. Editio Clarkii. Londini 1706. 4. p. 298. 299.

Bilder, die in gleichen Entfernungen von den hinteren E
Sehachsen und zwar an entsprechenden Netzhautstellen
hiernach einfache, diejenigen dagegen, in denen jene Be
fällt ist, doppelte Eindrücke. Manche betrachten die e N
abweisliche organische Einrichtung, während sie Ander
Folge der Erziehung und der Angewöhnung ansehen.

3906 Nehmen wir an, *b* und *e*, Fig. 306., seien die hi

Fig. 306.



der beiden inneren
fern hiernach *p* und
Eindruck, weil *pb*
so entsprechen einan
me der Entfernung
dete jeder Augapfel
Kugel und fiele sein
punkt *g* oder *h* mi
schen Mittelpunkte
hältnissen zusammen
eben dargelegte Leh
als der Satz, daß
sichtsfeldes *lik* eine
(§. 3876.), bezweif
aber früher gesehen
keine vollkommene
daß sich die Netzhaut nicht genau in einem Kreisabschni
optische Mittelpunkt in keinem Falle mit dem Drehpunk
dachten Auges zusammenfällt. Man ist daher auch ni

haut *a b* weniger, als von *d f* entfernt. Rückt aber *g* weiter hin- *h*, so kann auch nicht mehr das Netzhautbild *b n* mit *e m* über-
en.

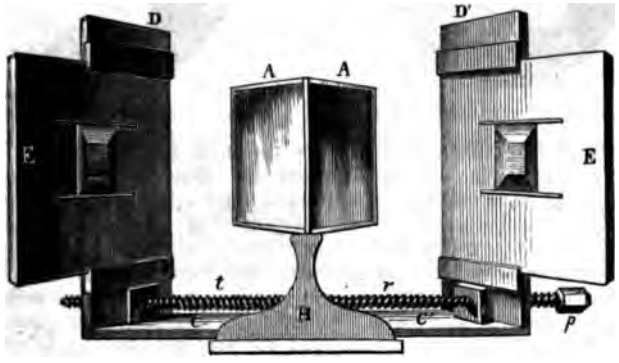
llt aber die völlige Gleichheit hinweg, können wir nur behaupten, 3908
Verschiedenartigkeit der Netzhautstellen eine gewisse Grenze über- muß, wenn wir Doppelbilder sehen sollen, so verliert die Iden- re einen großen Theil ihrer Schärfe.

ssen wir auch diesen Uebelstand bei Seite, so kann jene Theorie 3909
genügen. Die unter einander übereinstimmenden Netzhautstellen mit der Mannichfaltigkeit der Lage, welche die Augen in den ver- n, ein gemeinschaftliches Gesichtsfeld besitzenden Thieren darbieten, . Die strenge Identitätslehre erklärt noch nicht für sich und ohne ng psychologischer Annahmen, weshalb wir bisweilen unabweislich und in anderen Fällen das Mittelbild neben den beiden seitlichen men (§. 886.). Wir werden in der Folge finden, daß alle Wech- die wir hier bei dem Sehen antreffen, für das Hören mit zwei wiederkehren. Es dürfte aber schwer fallen, die bloße Anregung er Massen des Hörnerven hier nachzuweisen.

iebt man auch zu, daß ein Theil dieser Bedenken keine völlig bin- 3910
kraft hat, so liefert doch die Identitätslehre noch keine Erklärung, nur eine in wissenschaftlichen Ausdrücken gehaltene Umschreibung bekannten Verhältnisses, dem wir hier begegnen. Führen zwei thpunkte, die entsprechend weit von den hinteren Enden der Augen- bstehen, zu einer einfachen Anschauung, so handelt es sich erst noch Angabe des Grundes, weshalb dieses geschieht.

eastone bemühte sich, die Identitätslehre der Netzhautstellen durch Erfah- die er an seinem Stereoskop machte, anzugreifen. Fig. 307. zeigt uns die von

Fig. 307



auchte Vorrichtung. *AA'* sind zwei, in Rahmen gefaßte Spiegel, die schief ge- , so daß sie wechselseitig in einem rechten Winkel zusammenstoßen. Sie stehen n Holzfuße *B*. Zwei einander gegenüberstehende, wechselseitig verschiebbare Bret- tragen zwei senkrechte Laden, welche den Spiegeln *AA'* näher oder ferner gerückt innen. Die Schraube *r t*, zu der die Muttern *e e'* gehören und deren Win- se in der Abbildung dargestellt ist, leitet diese Veränderungen ein, so wie man Kopfe *p* dreht. *EE'* sind zwei Schieber, die in den Falzen der Laden *DD'* vor-

und rückwärts bewegt werden können. Sie nehmen die bald zu erwähnenden Zeichnungen, die man betrachten will, so auf, daß sie sich in derselben wagerechten Ebene befi-

Fig. 308.

den. Ein senkrechtes Brett kann noch vor der Kante von *A A'* angebracht werden. Man sichert sich hierdurch, daß jedes Auge nur das Bild des ihm entsprechenden Spiegels aufnimmt. Tourtual [1]) ließ auch kleine drehbare Klappen in den Seitenwänden anbringen, um die Stellungsverhältnisse der betrachteten Abbildungen wechseln zu lassen.

Man stellt sich einen Körper gerade der Mittellinie des Gesichtes gegenüber auf und verfertigt sich zwei Zeichnungen, wie man ihn nur mit dem linken und dem rechten Auge sieht. (Fig. 309 und Fig. 310.) Die nach dem rechten Auge entworfene kommt in *E'*

Fig. 309.

Fig. 310.

und die andere in *E*. Nähert man sich bis zu einem gewissen Grade, so fallen die Bilder beider Augen in eine Anschauung zusammen. Diese stellt aber keine flächenhafte Zeichnung dar. Sie macht vielmehr den Eindruck eines vollständigen Körpers. Passend verfertigte Daguerreotypfiguren eignen sich in hohem Grade zu solchen Beobachtungen.

Die Abbildungen, welche die verschiedenen seitlichen Auffassungen künstlich wiedergeben, sind unter sich ungleich. Sie liefern daher auch nicht übereinstimmende Netzhautbilder. Decken sich ihre Anschauungen wechselseitig, so erhält man dessenungeachtet den Eindruck der richtigen körperlichen Masse als das Ergebniß ihrer gemeinschaftlichen Wirkung. Wheastone [2]) schloß hieraus, daß die Identitätslehre der beiden Netzhäute der Wahrheit nicht entsprechen könne. Bruecke [3]), Tourtual [4]) und Aler. Pre-

[1]) C. Th. Tourtual, Die Dimension der Tiefe im freien Sehen. Münster, 1842. 8. Seite 30.
[2]) Wheastone, a. a. O. S. 39.
[3]) Bruecke, in Müller's Archiv. 1841. S. 459 — 476.
[4]) C. Th. Tourtual, Die Dimension der Tiefe im freien Sehen und im stereoskopischen Bilde. Münster, 1842. 8. S. 80—94. und in Müller's Archiv. 1842. Seite XXI. fgg.

)'suchten diesen Einwand zu beseitigen. Es wurde mit Recht hervorgehoben, daß ahrnehmung der Körperlichkeit auf einer geistigen Verbindung beider Anschauun- ruht, und daß hierbei die Phantasie Unvollkommenheiten der sinnlichen Auffassung t. Dieses beweist aber nur von Neuem, daß die Identitätsstellen der Netzhäute unbedingt bestimmenden Einfluß besitzen. Man legte auch bisweilen ein großes ht auf die Wendungen der Augenachse, mittelst deren die Betrachtung von Punkt nkt bei den Anschauungen wirklicher Körper und bei der Wahrnehmung des einfa- Bildes im Stereoskope fortschreitet. So weni) man bezweifeln kann, daß dieses el zur Erforschung der Körperverhältnisse häufig gebraucht wird, so sicher läßt sich pten, daß es zur Auffassung der Körperlichkeit nicht nothwendig ist. Die überaus Dauer des Lichtes des elektrischen Funkens, während der wir gewiß keine irgend dehnte Fläche Schritt für Schritt übersehen können, reicht hin, die vollständige An- ung einer Körpermasse zu liefern. Das Gleiche wiederholt sich sogar häufig nach e [2]) für die körperliche Auffassung der stereoskopischen Bilder. Wir dürfen übrigens m Anschauen wahrer Körper, die wir auch schon mit einem Auge hinreichend deut- kennen (§. 3899.) nicht außer Acht lassen, daß die auf der Netzhaut entworfenen r nicht bloß zwei, sondern auch eine dritte Dimension wegen der Dicke und der sichtigkeit der Nervenhaut haben müssen.

Wir haben §. 3892 gesehen, daß vielfach gestritten wurde, ob zwei beiden Augen otene verschiedene Farben einen Mitteleindruck erzeugen oder nicht. Mehrere steller bejahen diese Frage nach stereoskopischen Versuchen. Al. Prevost [3]) läßt lder einer blauen und einer gelben Scheibe in dem Stereoskope zusammenfallen stet dann noch oberhalb der gelben eine zweite gelbe und unterhalb der blauen laue Scheibe an. Sind die ursprünglichen Farben sehr rein, so hat nach ihm die e Scheibe eine grüne, und wenn nicht, eine bronzene Färbung. Andere Farben- ungen führen zu ähnlichen Ergebnissen.

ove [4]) bohrte zwei runde Löcher in die Seitenwände des Stereoskopes, so daß sich Spiegelbilder als eine einfache Oeffnung für das passend gerichtete Auge darstellten. altete dann vorn ein Glimmerblatt ein und gebrauchte überdieß zwei Nicol'- Prismen, deren Polarisationsebenen senkrecht auf einander standen. Während die ng bei dem Sehen mit zwei Augen farblos erschien, zeigten sich nach dem Schlusse en Färbungen, die sich mit denen des anderen unter den gleichen Bedingungen er- . Die Verbindung der Complementarfarben beider Augen führte daher hier zur ehmung des Weiß.

4. Subjective Gesichtserscheinungen.

Wir müssen hier zweierlei Reihen von Erscheinungen, so sehr als 3911
h, zu trennen suchen. Die eine gehört im Wesentlichen dem ob- n Sehen an. Körper, die unmittelbar vor oder in dem Auge lie- führen zu Licht- und Schattenvertheilungen, die mit größerer oder erer Deutlichkeit aufgefaßt werden. Der Charakter der Subjectivi- hrt nur davon her, daß die Gegenstände, welche die Anschauungen , den Gesichtswerkzeugen anzugehören pflegen. Die zweite Gruppe hätigkeiten umfaßt die Empfindungen, welche die innere Anregung

---

1. Prevost, Essai sur la vision binoculaire. Génève, 1843. 4. p. 23 fgg Bi- iothèque universelle de Génève. 1843. und Poggendorff's Annalen. Band LXII. Leipzig, 1844. 8. S. 548 — 570.

ove. in Poggendorff's Annalen. Bd. LXXI. Leipzig, 1847. 8. S. 100. 101.

revost. a. a. O. S. 566.

ove a. a. O. S. 111.

der Netzhaut oder der ihr entsprechenden Gehirntheile begleit Feuerbilder, die keinem äußeren Körper entsprechen, sondern i Widerspiel der Gleichgewichtsstörung der Nerventheile darstellen.

§. 12 **Polarisirende Eigenschaften der Brechungsköi Auges.** — Die Untersuchungen von **Erlach**[1]) haben am aus dargethan, daß viele der pflanzlichen und thierischen Gewebe z relt brechenden Körpern (§. 336.) gehören. Diese Eigenthüm räth sich immer deutlicher im Laufe ihrer Entwickelung. Di Ablenkung fällt jedoch im Allgemeinen in pflanzlichen Gewe als in thierischen aus. Sie nimmt auch zu, so wie die Theil lang in Wasser gelegen haben.

Fig. 311.

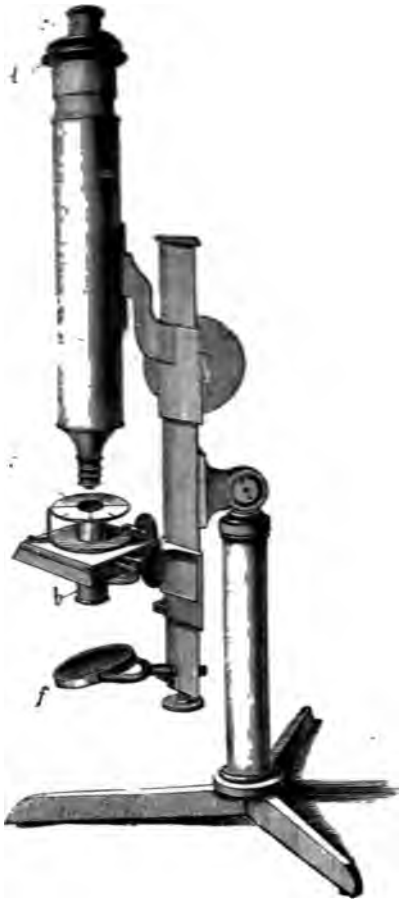


Fig. 311. zeigt die Vorric sich Erlach für diese Beoba diente. Ein größeres Schi kroskop ist unten mit einem Prisma *b* und oben mit ein das auf einer graduirten Sch werden kann, versehen. D den der kleine, zu betrachtend gelegt wird, trägt eine ebenfal Drehscheibe *c*. Das Licht, d Beleuchtungsspiegel *f* zurückge geht zuerst durch das N *b*, dann durch den geprüfte der auf *c* liegt und hier beliel gedreht zu werden vermag, b die Linsen des Mikroskopes a durch das obere Nicol *e*, das Kreise herumgewendet werden

Fig. 312. (s. S. 225.) g Durchschnittszeichnung des u der Vorrichtung. Die Fassu ren Nicol'schen Prisma *a* fachsten in einen Ring *b* de eingefügt und so mit seinem einer Stelle des Objecttische einer Marke bezeichnet ist, stellt. Es behält diese Lage bei. Die mit einer Gradei sehene und in ihrer Mitt Scheibe *c* (Fig. 312.) mit Cylinderstücke auf einen Ri jecttisches *d* aufgesetzt. Die diesem entspricht einem ge der Scala der Scheibe.

---

[1]) C. v. Erlach, in Mül 1847. S. 313 — 337.

Fig. 312.

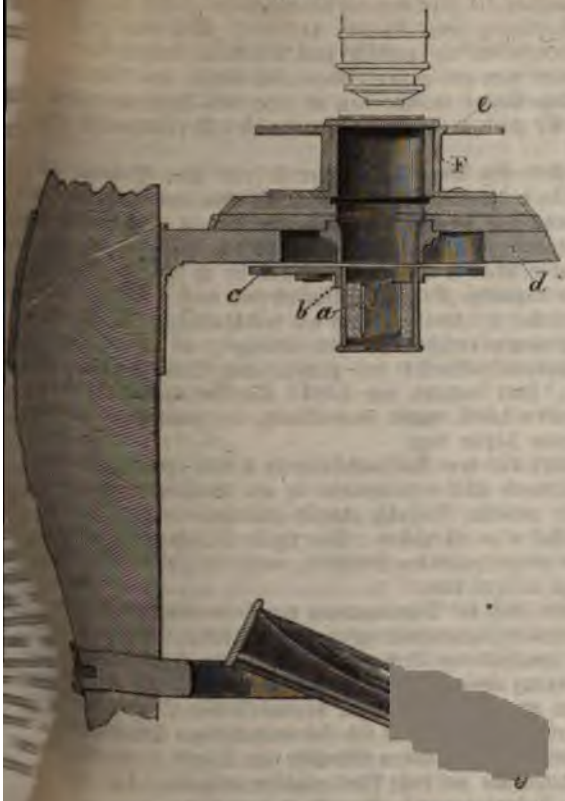


Fig. 313.

Bezeichnet *a*, Fig. 313., den oberen Theil des Mikroskoprohres, so schiebt man den Ring *d* der graduirten Tafel *c*, Fig. 313., oder *a*, Fig. 314., über jenen hin, befestigt ihn an dem hierfür angebrachten Halter *e*, fügt das Ocular *b* ein und setzt auf dessen ausgeschliffene obere Fläche das obere Nicol *f*. Seine Fassung trägt den Zeiger *g*, Fig. 313., *c*, Fig. 314. Dieser hat in seiner Mitte eine Figur 314. sichtbare Marke, welche die Verhältnisse der Stellung des Nicol zu der Gradeintheilung der Scheibe *a*, Fig. 314 angiebt.

Fig. 314.

Die Untersuchungen werden am besten bei Lampenlicht angestellt. Man umgiebt dann noch das untere Ende des Rohres des Mikroskopes, an das die Objective geschraubt sind, mit einer Röhre von Pappdeckel, um alles nicht polarisirte Licht möglichst abzuhalten.

Handelt es sich um die Bestimmung, ob ein dünner Gewebtheil einfach oder doppelt brechende Eigenschaften besitzt, so genügt die

eben beschriebene Einrichtung. Wir werden sogleich sehen, daß der Wechsel der größten Helle und des tiefsten Dunkel, welcher die Drehung der Objectscheibe *c*, Fig. 311., begleitet, sichere Merkmale für die Lösung jener Aufgabe darbietet. Will man aber zugleich die mannichfachen Interferenzfarben, die zugleich zum Vorschein kommen können, zur Anschauung bringen, so schaltet man ein passend eingefaßtes Gyps- oder Glimmerblättchen in die Oeffnung des Objecttisches so ein, daß es trotz der Drehung von *c*, Fig. 311., ruhig liegen bleibt. Es wird jedoch für die gewöhnlichen Beobachtungen hinweggelassen.

Gesetzt, *abcd*, Fig. 315., stellt den Durchschnitt eines Nicol'schen Prisma dar,

Fig. 315.

so sind hier zwei in bestimmten Richtungen geschnittene und zusammengefügte Stücke [1]) *abc* und *bcd* eines Kalkspathprisma in *bc* durch Canadabalsam verbunden. Der Kalkspath gehört zu den doppelt brechenden Massen. Wir haben schon §. 3384. gesehen, daß er in dieser Beziehung zu den einachsigen negativen Körpern gestellt werden muß. Es folgt daher aus §. 3383., daß der kleinste Werth des veränderlichen Ablenkungsverhältnisses seiner ungewöhnlichen Strahlen niedriger, als die beständige Größe des Brechungsverhältnisses des gewöhnlichen Strahles ausfällt. Dieser hat 1,658, jener dagegen nur 1,489. Der Canadabalsam besitzt aber nach Brewster 1,549, mithin einen Werth, der zwischen jenen beiden zuerst genannten Zahlen liegt.

Dringt der gewöhnliche Strahl aus dem Kalkspathstücke *bcd* nach dem Canadabalsam *bc* vor, so gelangt er aus einem stärker brechenden in ein schwächer ablenkendes Mittel. Er wird daher bei einer gewissen Neigung gänzlich zurückgeworfen (§. 3430.). Er kann dann nicht in das Stück *abc* übergehen. Der zweite Strahl dagegen, der weiter verläuft, unterliegt keiner neuen doppelten Brechung, weil die Hauptschnitte der beiden Hälften parallel genommen worden sind.

Wir haben §. 3370. gefunden, daß die Schwingungen der Aethertheilchen in jedem Falle auf der Richtung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit senkrecht stehen. Erzittern sie aber in einer bestimmten Bahn innerhalb der Wellenfläche, so ist der Lichtstrahl geradlinig polarisirt, wenn jene Bewegung einer geraden Richtung ausschließlich gehorcht. Es wurde §. 3379. bemerkt, daß die gewöhnlichen und die ungewöhnlichen Strahlen eines doppelt brechenden Körpers polarisirt sind, und daß sich ihre beiderseitigen Polarisationsebenen senkrecht schneiden. Da die außerordentlichen Strahlen zur Fläche *ab* (Fig. 315.) des Nicols heraustreten, so erhalten wir auf diese Weise einseitig polarisirtes Licht, das den auf dem Objecttische (*c* Fig. 311.) befindlichen Gegenstand beleuchtet.

Nehmen wir an, es sei kein fremdartiger Körper von eigenthümlicher Wirkung zwischen dem unteren und dem oberen Nicol, zwischen *b* und *c*, Fig. 311., eingeschaltet, so hängt der Eindruck, den das Auge bei dem Durchsehen empfängt, von der gegenseitigen Stellung der beiden Prismen ab. Sind ihre Hauptschnitte parallel, so erblickt man ein helles, stehen sie dagegen senkrecht zu einander, ein dunkeles Gesichtsfeld. Läßt man das untere Nicol unverrückt, während man das obere in einem vollständigen Kreise herumdreht, so hat man z. B. die stärkste Helligkeit bei 0° und 180°, die größte Dunkelheit bei 90° und 270°.

Die zwei Wellenzüge, die der doppelt brechende Krystall erzeugt, sind, wie wir gesehen haben, rechtwinkelig polarisirt. Die Schwingungen des außerordentlichen Strahles liegen in der Ebene des Hauptschnittes und die des gewöhnlichen senkrecht auf dieser. Nehmen wir an, die Hauptschnitte der beiden Nicol stehen parallel, so wird wieder der außerordentliche Strahl durch das obere hindurchschwingen und der gewöhnliche zurückgeworfen werden. Kreuzen sich dagegen die Hauptschnitte, so kann auch der außerordentliche Strahl das obere Prisma nicht durchdringen, weil seine Schwingungen, die in der Ebene des unteren Hauptschnittes liegen, die des oberen senkrecht schneiden. Es zeigt sich in jenem Falle Licht und in diesem Dunkelheit.

Man nennt das Prisma, durch welches das Licht zuerst durchgeht, das polarisirende. Das obere dagegen, vor dem sich das Auge befindet, das analysirende oder zerlegende Nicol. Der Grund dieser Benennungen ergiebt sich aus den eben erläuterten Verhältnissen.

---

[1]) Siehe z. B. das Nähere bei Radicke, a. a. O. Bd. II. S. 369 — 373.

Denken wir uns, wir hätten einen hinreichend durchsichtigen Körper auf die Scheibe Objecttisches des Mikroskopes (e Fig. 311.) gelegt und auf diese Weise zwischen beide l eingeschaltet, so kann er die eben beschriebenen Erscheinungen ändern. Besitzt er Fähigkeit, die Schwingungsrichtung der Strahlen, die durch das polarisirende Nicol ngen sind, abzulenken, so wird das Maximum der Helligkeit bei einer anderen Stel- des oberen Nicol eintreten. Haben wir z. B. dieses auf 90° gedreht und das Ge- sfeld dunkel gemacht, so wird uns noch jener in ihm befindliche eingeschaltete Körper egenglänzen. Stellt man die beiden Prismen auf das größte Hell oder das größte kel und dreht nun den in der Mitte der Objectscheibe oder in deren Nähe befindli- Gegenstand um 360°, so ist man wiederum im Stande, dessen optische Wirkungen den dann hervortretenden Erscheinungen zu ermitteln. Sie können darin bestehen, die eingeschobene Masse depolarisirt, daß sie einfach oder daß sie doppelt bricht.

Wir haben §. 3370. gesehen, daß die Aethertheilchen in dem gewöhnlichen nicht po- irten Lichte in jeder beliebigen Richtung innerhalb der Fläche, die auf der Fortpflan- srichtung senkrecht steht, schwingen. Hat der betrachtete Gegenstand depolarisirende te, führt er das polarisirte Licht, das von dem unteren Nicol heraufkommt, auf ge- nliches Licht zurück, so wird das obere Prisma seinen außergewöhnlichen Strahl bei Lage durchlassen. Stellen wir daher *b* und *c*, Fig. 311, so ein, daß das Ge- sfeld dunkel ist, so wird uns der Gegenstand immer hell bleiben, wir mögen *e*, wie wollen, drehen.

Trifft ein Strahl gewöhnlichen Lichtes die Oberfläche eines einfach brechenden Mit- so ist ein Theil des zurückgeworfenen Lichtes parallel und ein Theil des durchgehen- senkrecht auf der Zurückwerfungsebene polarisirt. Wir bemerken diese Eigenthüm- eit an denjenigen Wellenzügen, welche unter dem Polarisationswinkel (Bd. I. S. 303.) llen. Die polarisirten Lichtmengen des zurückgeworfenen und des durchgelassenen ables stimmen unter einander an Lichtstärke überein.

Haben wir eine ebene, mit parallelen Oberflächen versehene Glasplatte, so macht sich rlich diese Norm an der ersten Begrenzungsfläche geltend. Ein Theil des durchge- nen Lichtes wird aber dann an der Hinterfläche gänzlich zurückgeworfen. Er ist in lben Weise, wie das an der ersten Oberfläche zurückgeworfene Licht polarisirt.

Legt man eine Reihe von Glasscheiben, die mit parallelen Oberflächen versehen sind, einander, gebraucht man, wie man sich ausdrückt, einen Plattensatz, so wieder- sich das Gleiche von Oberfläche zu Oberfläche. Es ergiebt sich hieraus, daß sich die ge des polarisirten Lichtes mit der Zahl der auf einander folgenden Flächen vergrö- und die des nicht polarisirten verkleinern muß. Läßt man einen polarisirten Strahl einen hinreichend starken Plattensatz unter dem Polarisationswinkel einfallen, so wird dieser mit aller seiner Lichtstärke hindurchgehen lassen, so wie seine Einfallsebene auf Polarisationsebene des einfallenden Strahles senkrecht steht. Sind dagegen beide llel, so muß alles Licht zurückgewiesen werden. Der Plattensatz erscheint dann un- sichtig. Führt dieser eine größere Zahl von Gläsern, so braucht nicht einmal das unter dem Polarisationswinkel einzutreten. Man erhält die eben erwähnte Wir- bei jeder Neigung des Strahles.

Denken wir uns, wir hätten einen solchen Plattensatz eines einfach brechenden Kör- auf die Scheibe des Objecttisches (*e*, Fig. 311.) gelegt, so wird der von dem unte- Nicol (*b*, Fig. 311.) heraufkommende polarisirte ungewöhnliche Strahl durchgehen, t die Polarisation des Plattensatzes mit dem des Prisma übereinstimmt. Kreuzen dagegen die Ebenen von beiden unter rechten Winkeln, so wird jener Strahl zurück- esen. Schneiden sie sich endlich unter einem spitzen Winkel, so kann der Strahl mit inderter Lichtstärke durchtreten.

Diese drei Hauptfälle bestimmen die Erscheinungen, die das obere Nicol darbietet. gt der Lichtstrahl durch das untere Prisma und die eingeschobenen Massen, so ha- wir hell bei entsprechender und dunkel bei senkrecht gekreuzter Stellung. Wird schon Strahl von dem Plattensatze abgeschnitten, so kehrt natürlich das Dunkel selbst für parallele Stellung der Hauptschnitte beider Prismen wieder. Fallen endlich die rtlen mit geschwächter Lichtstärke durch, so wird die größte Helligkeit zwischen 0° 90° liegen.

Bedenken wir, daß die Schwingungen der beiden Strahlen, die eine doppelt bre- de Masse liefert, senkrecht polarisirt sind, so werden wir die Eigenthümlichkeiten, die

sie darbietet, einsehen. Hat der Körper, der sich auf dem Objecttische befindet, einfach polarisirende Kräfte, so werden die Zahlen der Maxima und der Minima der Helligkeit, die bei einer vollständigen Kreisdrehung der Scheibe beobachtet werden, die, welche durch die gleichartige Wendung des oberen Nicol zu Stande kommen, wiederholen. Der größte Glanz und die tiefste Schwärze müssen nur eigenthümlichen Winkeln, die zwischen 0° und 90° liegen, entsprechen. Drehen wir die Scheibe um 360°, so haben wir zwei Mal vollkommen hell und zwei Mal dunkel. Erzeugt die Masse dunkele Interferenzstellen [1]) der polarisirten Strahlen, so haben wir im Ganzen zwei helle und zwei dunkele Felder. Besitzt dagegen der eingeschaltete Körper doppelt brechende Eigenschaften, so treten die günstigen Bedingungen bald für das eine, bald für das andere außerordentliche Bild ein. Die große Helle wiederholt sich vier Mal im Laufe einer vollständigen Kreisumdrehung der Scheibe. Kommt es zur Interferenz der polarisirten Strahlen, so erhalten wir vier helle Felder und vier dunkele radienartige Streifen.

Die Beobachtungen von Erlach lieferten Beispiele für beide Fälle. Obgleich die einzelnen Schichten der Linse zu den doppelt brechenden Körpern gehören, so verräth sich doch diese Eigenschaft nach jenem Forscher in so geringem Grade, daß sich die ganze Linse, ihres geschichteten Baues wegen, wie ein Plattensatz in dem polarisirten Lichte darstellt. Fig. 316. zeigt die Linse des Meerschweinchens bei paralleler und Fig. 317. bei

Fig. 316.

Fig. 317.

Fig. 318.

Fig. 319.

gekreuzter Stellung der Nicol'schen Prismen. Fig. 318. und Fig. 319. dagegen stellen ein Stärkemehlkorn unter den gleichen Wechselverhältnissen des Nicol dar. Jene hat zwei helle und zwei dunkele, dieses dagegen vier abwechselnde Theile bei hellem Gesichtsfelde.

Eine größere Dicke der organischen Theile oder andere Bedingungen, die zu Unterschieden der Weglängen der Lichtwellen führen, können Interferenzfarben in solchen Beobachtungen hervorrufen. Man bemerkt sie auch leicht in den Wänden stark verholzter Pflanzenzellen, in dickeren Schichten von Muskelmassen und in anderen Geweben, die aus wesentlich verschiedenartigen untergeordneten Gebilden zusammengesetzt sind. Wir werden auf einen Theil dieser Erscheinungen in der Nervenlehre zurückkommen. Die Krystalle, die in den organischen Körpern gefunden werden, und deren Gestalten meist nicht zu dem regulären Systeme gehören, zerlegen in der Regel das Licht mit großer Stärke.

3913 Betrachtet man ein matt beleuchtetes weißes oder schwach violettes Feld eine Zeit lang mit einem Auge und schiebt dann vor dieses ein Nicol'sches Prisma, so bemerkt man für einige Secunden zwei blaßgelbe oder graugelbliche Streifen, die in der Richtung der großen Diagonale der dem Auge zugewandten Oberfläche des Prisma liegen. Da die Polarisationsebene der außerordentlichen Strahlen, die hier allein durchgehen (§. 3912.), dieser Lage entspricht, so suchte sie Haidinger [2]) vermöge des eben erwähnten Mittels in verschiedenen polarisirenden Körpern zu bestimmen.

3914 Nimmt ein Mensch die Erscheinung, die man mit dem Namen der Haidinger'schen Lichtbüschel zu bezeichnen pflegt, wahr, so schwindet sie in der Regel, kurz nachdem er sie erblickt hat. Dreht er dann

[1]) Ueber deren Theorie s. z. B. Lamé a. a. O. Bd II. p. 474.
[2]) Haidinger, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXIII. Leipzig, 1844. 8. S. 29–39.

das Nicol rasch um 90°, so kehrt das Bild wieder und zwar von Neuem in der Richtung der großen Diagonale. Man kann diese Beobachtung mehrere Male wiederholen. Die Büschel werden zwar immer deutlicher, sie schwinden aber auch immer rascher aus dem Gesichtsfelde. Man sieht bisweilen noch einen violetten Grund oder violette Streifen, die senkrecht gegen die gelben Büschel gestellt sind.

Ist das Auge ermüdet, so erblickt es diese Bilder nicht, wenn selbst 3915
die günstigsten Nebenverhältnisse einwirken. Viele Menschen können aber die ganze Erscheinung überhaupt nie beobachten.

Haidinger, dessen Augen in dieser Beziehung sehr empfindlich sind, bemerkte die Büschel nicht bloß bei der Betrachtung von Turmalin, Doppelspath und anderen geeigneten Mineralien, sondern auch bei der polarisirenden Zurückwerfung eines Plattensatzes (S. 227.), einer spiegelnden Oberfläche und überhaupt unter den verschiedenartigsten Verhältnissen [1]). Die dichroskopische Lupe [2]) kann ebenfalls die Erscheinung zur Anschauung bringen. Ein Doppelspathprisma *a*, Fig. 320., das an den Seitenflächen geschwärzt ist, hat an seinen beiden Enden ein Glasprisma *b* aufgekittet. Es befindet sich

Fig. 320. Fig. 321.

in einer Fassung *c*, die eine schwach vergrößernde Lupe enthält und wird Hülse in eine *e*, Fig. 321., deren Ausgang eine viereckige Lichtöffnung *f* besitzt, eingeschraubt. Sieht man durch die Lupe, so erblickt man natürlich ein Doppelbild der viereckigen Oeffnung *f*, Fig. 321., und der durch sie wahrnehmbaren Gegenstände. Stellt man sie so, daß das erste Bild über das zweite fällt und betrachtet man abwechselnd das eine und das andere eine Zeit lang, so sieht man nach Haidinger [3]) und Botzenhart [4]) die gelben Büschel auf violettgrauem Grunde sehr deutlich. Das ordentliche Bild zeigt sich nach jenem Forscher in der Gestalt O, Fig. 322., und das außerordentliche in der von E, Fig. 322. Schiebt man eine Quarzplatte, die das polarisirte Licht dreht, zwischen das Auge und die Lupe, so wendet sich auch die Lage der Büschel in entsprechender Weise. Ist die Platte dünn, so sieht man oft auch nach Botzenhart rothe und grüne Büschel außer den gelben und violetten oder nur jene allein.

Fig. 322.

Wir haben schon oben bemerkt, daß viele Menschen diese eigenthümliche Erscheinung nicht wahrnehmen. Ich gehöre ebenfalls zu denen, deren Auge fast unempfindlich für diese optischen Verhältnisse ist. Obgleich ich den §. 3913. erwähnten Versuch mit dem Nicol'schen Prisma sehr oft wiederholte, so erinnere ich mich doch nur ein Mal, stark gelb gefärbte und scharf ausgesprochene Büschel gesehen zu haben, als ich einige Augenblicke den grauen Himmel betrachtete und dann schnell ein Nicol vorschob. Der Versuch gelang mir dagegen bis jetzt nie mit Turmalinplatten. Betrachte ich ein weißes Papier, das rein oder mit einem schwarzen Quadrate versehen ist, mit der Fig. 320. und 321. abgebildeten dichroskopischen

[1]) Vergl. noch Haidinger, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXVIII. Leipzig, 1846. 8. S. 73 — 87 u. 305 — 318.
[2]) Haidinger, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXV. Leipzig, 1845. 8. S. 4.
[3]) Haidinger, a. a. O. S. 30.
[4]) Botzenhart, Ebendaselbst. Bd. LXX. Leipzig, 1847. S. 399.

Lupe in der oben erwähnten Weise, so sehe ich noch am häufigsten einen gelblichen Anflug auf schwach violettgrauem Grunde und zwar deutlicher im gewöhnlichen Bilde, in dem er sich als ein in der Richtung von O, Fig. 322., befindlicher Streifen darstellt. Der Eindruck ist aber auch hier so schwach, daß ich ihn ohne besondere Aufmerksamkeit und bei einiger Ermüdung des Auges nicht wahrnehme.

3916 Da die Richtung der Büschel mit der der Schwingungen des polarisirten Lichtes übereinstimmt (§. 3913.), so glauben Haidinger und Botzenhart, daß das Auge diese Seite der Thätigkeit der Aethermolecüle in dem erwähnten Versuche eben so gut bemerkt, als es die Farben nach Maaßgabe der Verhältnißmengen der Wellenerschütterungen beurtheilt (§. 3365.). Silbermann[1]) sucht die Erscheinung aus den polarisirenden Wirkungen der Brechungskörper der Gesichtswerkzeuge zu erklären. Die Hornhaut und die Linse können die gewöhnlichen Polarisationsfarben vermöge ihrer doppeltbrechenden Eigenschaften liefern. Der strahlig faserige Bau der Linse, vorzüglich der hinteren Hälfte derselben und wahrscheinlich auch der Glaskörper gleichen einer zerlegenden Vorrichtung (S. 226.), die ihre Wirkung nach allen möglichen Seiten ausübt. Es bleibt in der Mitte ein neutraler Raum, in dem das Licht nicht polarisirt wird, übrig. C. v. Erlach[2]) vergleicht endlich die Büschel mit der Fig. 316. gezeichneten Figur, welche die todte Linse in dem polarisirten Lichte darbietet. Sie verhält sich hierbei nicht als doppeltbrechender Körper, sondern wie ein Plattensatz (S. 227.), dem sie ihr geschichteter Bau gleichstellt.

3917 Die zuerst erwähnte Ansicht bedarf noch eines sichereren Beweises; die zweite erläutert nicht scharf, weshalb wir die Brechungskörper des Auges wie ein polarisirendes und ein analysirendes Prisma ansehen, weshalb vorzüglich die beiden Hälften der Linse in dieser Beziehung einander gegenüberstehen sollen. Die dritte Hypothese läßt noch vorläufig die Farben, die ein wesentliches Glied der Erscheinung darstellen, unerörtert.

3918 Optische Wirkungen der in der Nähe der Augen und der in seinem Innern befindlichen Leuchtkörper. — Liegt der Ausgangspunkt der Strahlen jenseit der Hauptbrennweite der Hornhaut, so werden sich die Verhältnisse der Brechung, wie es §. 3456. ff. dargestellt wird, gestalten. Die Vereinigungsweite kann dann vor die Netzhaut, wie bei zu fernen, auf sie, wie bei deutlich gesehenen, oder hinter sie, wie bei zu nahen Gegenständen fallen. Es werden aber hier convergente Strahlen den Glaskörper durchsetzen. Befindet sich der Leuchtpunkt in der Hauptbrennweite der Hornhaut, so verlaufen zwar die Strahlen parallel durch diese. Es kehrt aber die Convergenz für die übrigen Brechungskörper wieder.

3919 Versetzen wir den Leuchtkörper zwischen die Hauptbrennweite und die Oberfläche der Hornhaut, so durchdringen die Strahlen diesen ersten Ab-

[1]) Silbermann, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXX. Leipzig, 1847. 8 S. 393 fgg. u. 401 fgg.
[2]) Erlach, a. a. O. S. 335.

lenkungskörper in divergenter Richtung. Hat sich aber der Gegenstand, der das Licht liefert, nicht zu sehr von der Hauptbrennweite entfernt, so empfangen immer noch die hinteren Ablenkungsmassen des Auges convergente Strahlen. Diese vereinigen sich jedoch viel zu weit hinter der Netzhaut, als daß ein deutliches Bild wahrgenommen werden könnte. Nähert sich aber der Leuchtpunkt der Hornhaut, so stoßen wir auf eine Stelle, bei welcher der Glaskörper von parallelen Strahlen durchzogen wird. Vermindert sich der Abstand noch mehr, so dringt nur divergentes Licht durch alle Brechungskörper des Auges.

3920 Denken wir uns, daß parallele Strahlen die Hornhaut des Augapfels der 50jährigen Frau (§. 3514.) durchsetzen und zur Vorderfläche des von Krause genauer gemessenen Auges hervortreten, so werden sie sich 28,6 Mm. vor diesem vereinigen. Sollen dagegen die Strahlen den Glaskörper in paralleler Richtung durchsetzen, so darf der Leuchtkörper, der die divergirenden Lichtbündel aussendet, nur 9,3 Mm. von dem vorderen Ende der inneren Sehachse entfernt liegen. Rückt er dem Auge noch näher, so empfängt die Netzhaut divergirende Lichtstrahlen. Stellen wir uns vor, er befinde sich auf der Oberfläche der Hornhaut, so fahren die Strahlen, die den Glaskörper durchdringen, so sehr aus einander, daß ihr gegenseitiger Durchschnittspunkt 13,4 Mm. vor der Tellergrube zu liegen käme, wenn der ganze Zwischenraum von der wässerigen Feuchtigkeit und der Krystalllinse ausgefüllt wäre.

Anhang Nr. 170. I.

Anhang Nr. 170. II.

3921 Halten wir uns an das eben angeführte Beispiel, so liefern Gegenstände, die mehr als ein Centimeter vom Auge abstehen, Netzhautbilder, die nach Maaßgabe ihrer Entfernungen deutlicher oder undeutlicher ausfallen. Die Strahlen dagegen, welche 9,3 Mm. vor der Mitte der Hornhaut ausgehen, verlaufen parallel durch den Glaskörper. Sie bilden gewissermaßen die Grenze, bei welcher die Netzhautbilder aufhören. Gegenstände, die noch näher oder im Auge selbst liegen, führen der Netzhaut das von ihnen zurückgeworfene Licht in divergenten Strahlen zu. Sie erleuchten dann deren Oberfläche. Sind sie dagegen undurchsichtig, so rauben sie ihr einen Theil der Strahlen, die sie sonst von anderen Körpern empfangen würden. Es können so ihre Schatten die Formen, die ihnen zukommen, verrathen.

3922 Das Beleuchtungsfeld der Netzhaut hängt von der Oberfläche des Sehloches, der Entfernung desselben von der Nervenhaut und den Brechungsverhältnissen eines jeden gegebenen Auges ab. Es wechselt daher mit der Zusammenziehung oder Erschlaffung der Regenbogenhaut und den hierdurch bedingten Veränderungen des Sehloches.

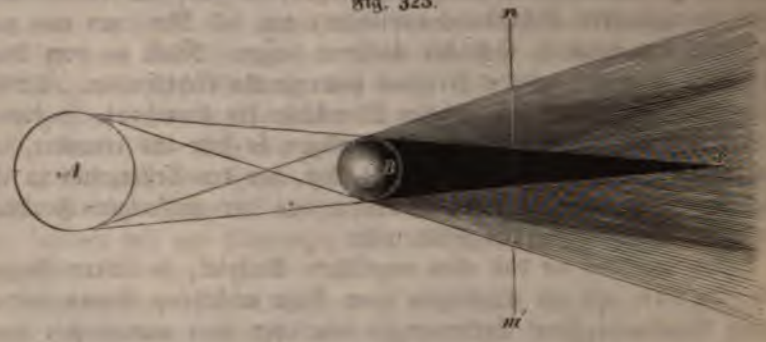
3923 Die Natur hat möglichst kurzsichtige Brechungskörper des Auges hergestellt, damit keine fremdartigen Schattenbilder das Sehen beeinträchtigen. Sie konnte aber dessenungeachtet nicht vermeiden, daß sich Blutgefäße und andere minder durchsichtige Gebilde vor dem Thätigkeitsfelde der Netzhaut ausbreiten. Leisere krankhafte Störungen führen schon häufig zu kleinen Trübungen oder zur Bildung undurchsichtigerer Körperchen, welche die Lichtstrahlen von einzelnen Punkten der Netzhaut abhalten. Ist das Auge

gesund, so bedarf es besonders günstiger Nebenverhältnisse, damit jene Theile mit gehöriger Deutlichkeit in dem subjectiven Gesichtsfelde zum Vorschein kommen. Wir erhalten auf diese Weise eine Reihe von Erscheinungen, die man mit dem Namen der Aderfigur, der fliegenden Mücken, der wandelnden Flecken u. dgl. bezeichnet.

Die erste ausführliche und gründliche Untersuchung dieser Gegenstände findet sich in J. Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne oder Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. Bd. I. Prag, 1819. 8. Zweite unveränderte Auflage. Prag, 1823. 8. Bd. II. Berlin, 1825. 8. Vergl. auch Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie. Braunschweig, 1845. 8. S. 138 — 156. und Derselbe in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abth. II. S. 253 fgg.

3924 Hält ein Körper *B*, Fig. 323., die von *A* kommenden Lichtstrahlen seiner Undurchsichtigkeit wegen auf, so unterscheidet man den dunkleren

Fig. 323.



Kernschatten *BS* und den helleren nach außen von ihm befindlichen Halbschatten. Bezeichnet *mn* die Wand, welche das Licht und den Schatten auffängt, so ergiebt sich aus der Zeichnung, daß sich der dunkle Kernschatten mit der Annäherung von *mn* vergrößert und mit der Entfernung der auffangenden Fläche verkleinert. Wir müssen daher schließen, daß sich fremdartige Körperchen unter sonst gleichen Verhältnissen um so eher in dem subjectiven Gesichtsfelde geltend machen, je näher sie der Oberfläche der Netzhaut selbst liegen.

3925 Die Schärfe, mit der sich Licht und Schatten unterscheiden, wächst mit der Stärke der Beleuchtung und der Undurchsichtigkeit der Masse, die dem ungehinderten Fortgange der Strahlen im Wege steht. Es erklärt sich hieraus das bald zu erwähnende Hauptverfahren, durch das man die Aderfigur des Auges mit größter Klarheit zum Vorschein bringen kann.

3926 Erblickt das Auge das Spiegelbild einer Thermometerkugel in so großer Nähe, daß die Strahlen den Glaskörper parallel oder divergent durchsetzen (§. 3920.), so erkennt es den Gegenstand selbst nicht mehr (§. 3919.). Es sieht vielmehr eine matte helle Scheibe als den Ausdruck der Erleuchtung des Gesichtsfeldes. Die Strahlen wirken aber ähnlich wie in dem vorigen Falle. Körperchen, die sonst unsichtbar sind, ver-

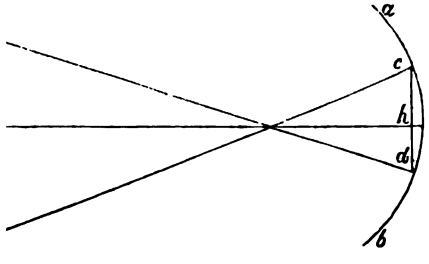
n sich durch ihre matten Schatten als grauweiße, subjective, ver-
en beleuchtete Bilder.

Betrachtet man einen hellen Hintergrund durch eine sehr kleine Oeff- 3927
, so kann man ebenfalls viele sonst unsichtbare Körperchen in dem
tiven Gesichtsfelde wahrnehmen. Schließt man das eine Auge in
dunklen Zimmer und blickt nach einer mehrere Meter entfernten
nflamme durch das Ocularstück eines Mikroskopes, so gelangt man
n gleichen Ziele [1]).

Wirft ein völlig undurchsichtiger Körper seinen Schatten auf die ganze 3928
ıdende Oberfläche der Netzhaut, so wird er das Sehen selbst unmög-
ıachen. Vollständige Trübungen der Hornhaut oder der Linse, Aus-
ıungen, welche die Pupille verdecken und andere ähnliche Ursachen
ı auf diese Weise zu völliger Blindheit. Lassen die kranken Bre-
ɜkörper einen Theil der Lichtstrahlen hindurch, so erscheint Alles wie
ɛbel. Gegenstände, die nicht stark leuchten, werden gar nicht wahr-
ımen. Störende Massen der Art, die in den Brechungskörpern des
liegen, müssen unter sonst gleichen Verhältnissen um so nachtheiliger
ı, je näher sie dem gelben Flecke zu stehen kommen.

Erblicken wir ein Gebilde, welches das Licht vollständig oder unvoll- 3929
ın abhält, in dem subjectiven Gesichtsfelde, so versetzen wir es nach
. Nehmen wir an, *ab*, Fig. 324., sei die Netzhaut, *cd* das Schat-

Fig. 324.



tenbild, das auf eine der frü-
her erwähnten Arten erzeugt
wird, so kommt es uns vor,
als liege es in *ef* näher oder
entfernter von der Oberfläche
des Augapfels. Man sieht,
daß sich die subjective Ge-
sichtswahrnehmung *ef* vergrö-
ßert darstellt. Ihr Umfang
nimmt um so mehr zu, je
weiter sie von dem Auge ver-
wird. Wir erblicken daher alle diese Erscheinungen wie durch ein
skop. Der untere Punkt *d* zeigt sich zugleich oben in *e* und der
c unten in *f*.

Die Körperchen, die sich in dem subjectiven Gesichtsfelde durch ihre 3930
ten verrathen, können ihren Ort unverändert behaupten oder von
zu Stelle weiter wandern. Wir müssen aber hier ihre wahren von
scheinbaren Bewegungen unterscheiden. Denken wir uns, das Auge
llkommen ruhig und ein Thränentropfen gleite an der Oberfläche der
aut dahin, so wird auch sein Scheinbild fortrücken. Behauptet das
rchen seine einmal angenommene Stelle, so wird es den Bewegun-

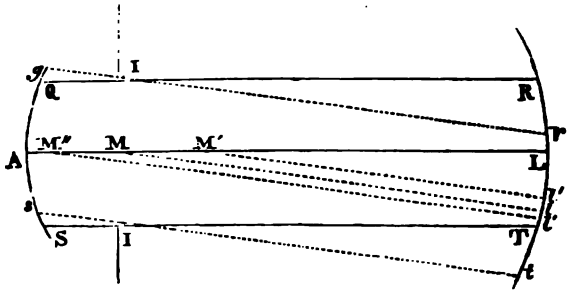
---

[1]) Burckhardt, Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesell-
haft in Basel. VII. Basel, 1847. 8. S. 98.

gen des Auges folgen. Sind wir uns dieser nicht bewußt, so glauben wir leicht, daß jenes Schattenbild selbständig fortschreitet.

3931. Befinden sich mehrere Trübungskörperchen hinter einander, so werden ihre Wirkungen mit den Verhältnissen der Beleuchtung wechseln [1]). Nehmen wir an, M'', M und M', Fig. 325., seien drei solche gleich große Gebilde, die in der Achse AL hinter einander liegen, so werfen sie nur einen Hauptschatten, so wie das einfallende Licht AL parallel ist oder in QR und ST die Weite des Sehloches durchdringt und das Netzhautfeld RT erleuchtet. Der gemeinschaftliche dunkle Fleck fällt dann auf den Achsenpunkt L. Gehen dagegen die Beleuchtungsstrahlen in qr und st dahin, so giebt M den Schatten l, M' l' und M'' l''. Man sieht leicht, daß die Drehungen des Augapfels Scheinbewegungen auf diesem Wege veranlassen können. Es versteht sich übrigens von selbst, daß diese durch die subjective Versetzung nach außen vergrößert werden.

Fig. 325.



3932. Es läßt sich mit Recht annehmen, daß die Interferenzverhältnisse, welche die Schatten aller Körper darbieten (§. 3363.), bei den hier betrachteten Erscheinungen wiederkehren. Die bis jetzt angestellten Untersuchungen haben diesen Punkt weniger, als er es verdient, berücksichtigt.

3933. Perlkörper und Perlenschnüre. — Gehen wir zu den vorzüglichsten hier in Betracht kommenden Thatsachen über, so ereignet es sich nicht selten, daß wir die vergrößerten Schattenbilder der Augenwimpern in unserem Gesichtsfelde erblicken. Forscher, die häufig durch Mikroskope oder Fernröhre sehen, machen oft diese Erfahrung, so wie sie ihre Augendeckel schnell zusammenschlagen. Herabrinnende Thränenbäche oder aufsteigende Luftbläschen verrathen sich ebenfalls in vielen Fällen durch subjective Schattenbilder. Fig. 326. Nr. 2. kann uns eine ungefähre Vorstellung liefern, wie sie sich unter diesen Verhältnissen darzustellen pflegen.

Läßt man die Strahlen des Spiegelbildes einer Thermometerkugel parallel oder divergent durch den Glaskörper treten (§. 3920.), betrachtet man anhaltend einen weißen Hintergrund mit unbedecktem Auge oder noch besser durch eine sehr kleine Oeffnung oder eine feine Spalte, sieht man eine Zeit lang mit Anstrengung durch ein Mikroskop, so erblickt man fadig aufgereihete Kugeln, wie sie Fig. 326. und 327. andeuten. Verstärkt sich die Gesichtserscheinung, so vermehrt sich die Zahl jener Fäden.

---

[1]) J. B. Listing, Beitrag zur physiologischen Optik. Göttingen, 1845. 8 S. 42. Ruete, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abtheil. II. Seite 259. 260.

hkreuzen sich nicht selten in mannichfachen Richtungen, wie es klar zu machen sucht. Manche Menschen sehen noch einzelne

Fig. 326.

Fig. 327.

Fig. 328.

inge, die von hellen, oder helle, die von dunklen Säumen umrden, breitere lichte oder schattige Streifen, die gerade oder gerlaufen, weiße und graue Schattirungen, die sich bald über das esichtsfeld verbreiten, bald dagegen auf einzelne Stellen desselben en. Es kommt auch vor, daß hierbei Strahlenbildungen, deren an die Faserwirbel der Krystalllinse in hohem Grade erinnern, . Man bemerkt nicht selten eine Körnchenmosaik, wie sie die schicht der Netzhaut und die von der Fläche betrachteten Endtheile b'schen Haut bei der mikroskopischen Untersuchung von der Vogelbe aus darbieten.

diese Erscheinungen s. P. Prevost, in den Mémoires de la société de Phy- l'Histoire naturelle de Genève. Tome V. 1832. 4. p. 243 — 256. Pelet, nales de Chimie et Physique Tome LIV. Paris, 1833. 8. p. 379 — 383. bendaselbst. Tome LVI. 1834. 8. p. 110. Ruete, Klinische Beiträge. Heft I. reig, 1843. 8. S. 275. Derselbe, in s. Lehrbuch der Ophthalmologie. Braun- 845. 8. S. 145 fgg. und in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. lbth. II. Braunschweig, 1847. 8. S. 254. W. Mackenzie, in The Edin- l. and Surgical Journal. 1845. p. 38 — 97. Die Art und Weise, wie sich auungen in einer Reihe verschiedener Menschen darstellten, findet sich durch Zeichnung erläutert in J. B. Listing, Beitrag zur physiologischen Optik. 1845. 8. S. 48 fgg. Fig. 14 — 43.

chte ich den Himmel durch eine feine Oeffnung, vor der ein Nicol'sches Prisma die Körnchenmosaik, die verschlungenen Fäden und die Perlflecken zum Vorschein o ändert sich das Ganze nicht, sobald ich das Kalkspathprisma entferne. Es öchstens an Helligkeit und Deutlichkeit. Stelle ich den Versuch umgekehrt an, ich das gleiche Ergebniß. Die Erscheinungen kehren also in derselben Art bei n wie bei gewöhnlichem Lichte wieder.

t noch nicht möglich, die Gebilde, von denen diese Anschauungen herrühren, heit anzugeben. Man hat sie den Zellen der Morgagni'schen Feuchtigkeit, der hicht der Netzhaut, dem an der Innenfläche von dieser ausgebreiteten Pfla- um, oder der Spiegelung der Stäbchen der Jacob'schen Haut zugeschrieben. ebtheile können zwar runde Bilder erzeugen; es ist jedoch noch nicht klar, sie die fadigen Kugelreihen, die vielleicht eher auf Furchen der Centralfalten t sind, entstehen sollten. Die Annahme von Donné, daß die gesunde wässeigkeit Körperchen enthalte, oder die von Brewster, daß Fadengebilde in dem s Glaskörpers vorkommen, hat sich durch die fortgesetzten mikroskopischen Unn noch nicht bestätigt. Man darf übrigens bei solchen Vermuthungen nicht

außer Acht lassen, daß die Fäden in der Regel in mehreren hinter einander liegenden Ebenen gesehen werden.

Es versteht sich von selbst, daß organische Molecüle, die in den Brechungskörpern des Auges krankhafter Weise abgelagert sind, Eingeweidewürmer, die in der vorderen Augenkammer oder innerhalb der Linsenkapsel nisten [1]), Kalkkörnchen, Trübungen und fremdartige Ausschwitzungen, welche die Hornhaut, die Linsenkapsel, die Linse oder den Glaskörper ergriffen haben, Schattenflecke, die sich wahrhaft oder scheinbar bewegen, erzeugen können. Eben so müssen sich theilweise Lähmungen der Netzhaut durch bestimmte Lücken des Sehfeldes zu erkennen geben. Diese Störungen machen sich nur dann in auffallenderem Maaße geltend, wenn sie in dem gelben Flecke oder in dessen Nähe liegen. Der Mariotte'sche Versuch (§. 3736.) führt erst jedem Menschen zur Anschauung, daß ein Theil seines indirecten Sehfeldes blind ist.

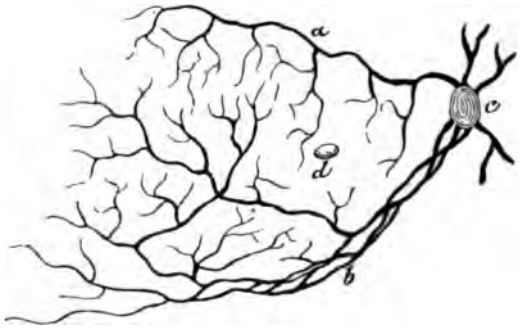
Man bezeichnet oft diese krankhaften Erscheinungen mit dem Namen der fliegenden Mücken (Mouches volantes) oder der Skotome, unterscheidet sich jedoch nicht scharf genug von den früher erwähnten Bildern, die auch jeder Gesunde sieht und die nur unter krankhaften Verhältnissen durch ihre Stärke und ihre Hartnäckigkeit belästigen.

3934 Licht-Schattenfigur. — Blickt man mit geschlossenen Lidern nach der Sonne oder mit geöffneten nach dem grauen Wolkenhimmel und fährt vor ihnen mit ausgespreizten Fingern hin und her, so bemerken manche Menschen einen schwarzen, quer ovalen Fleck, der von einem hellen Saume umgeben wird. Man sieht bald darauf dunkle und helle musivische Felder. Einzelne Personen erkennen dann regelmäßige Schneckenlinien, Achtecke, Rautenfiguren oder vieleckige Netze, während Andere diese verwickelteren Formen nicht wahrnehmen.

Abbildungen der Licht-Schattenfigur, wie sie sich in verschiedenen Menschen darstellt, finden sich bei Purkinje, s. s. O. Bd. I. Taf. I. Fig. 1 — 4. Vergl. auch Mary Griffiths in The London and Edinburgh Philosophical Magazine. London, 1832. August. p. 89 — 92. Brewster, Ebendaselbst. April, p. 241 — 245.

3935 Aderfigur. — Schließt man ein Auge, starrt mit dem anderen in's Finstere und führt eine brennende Kerze so nahe als möglich vor der Hornhaut hin und her, so erblickt man nach einiger Zeit eine reichhaltige Verzweigung schwarzer Gefäße auf matterhelltem Grunde. Die Zahl derselben vergrößert sich, je länger man den Versuch fortsetzt. Ihre allgemeine Form erinnert sogleich an die Centralgefäße, die sich auf der inneren Oberfläche der Netzhaut verbreiten [2]). Es versteht sich aber von selbst, daß die einzelnen Gestalten nach Maaßgabe der Personen wechseln können. Mein früherer Zeichner sah sie so, wie sie Fig. 329. darstellt; Ruete in der Art, wie sie in Fig. 252. (§. 3758.) abgebildet werden. Es kam mir unter einer größeren Reihe von Personen zwei Mal vor, daß sie mehrere Hauptgefäßstämme statt eines ein-

Fig. 329.



[1]) Nordmann u. Mayer in Froriep's neuen Notizen. Nr. 631. Weimar, 1844. 4. S. 230.
[2]) Vgl. Fr. Arnold, Tabulae anatomicae. Fasc. II. Tab. III. Fig. 5 et 6.

igen erblickten. Empfindlichere Augen bemerken noch einen hellen Kreis *c*, der einer Lage nach auf die Eintrittsstelle des Sehnerven, und einen zweiten *l*, der auf die Vertiefung des gelben Fleckes bezogen werden muß.

Man kann sich auch einen großen Theil dieser Gefäßausbreitungen zur Anschauung ringen, wenn man durch eine nicht sehr große Oeffnung eines Papiers gegen den grauen Himmel blickt und jene hin- und herbewegt. Die einzelnen Zweige erscheinen jedoch nun matter, als bei dem oben angegebenen Verfahren. Die Aderfigur zeigt sich bisweilen, so wie man die Licht-Schattenfigur hervorzubringen sucht. Sind wir heftig gelaufen, haben wir uns sonst erhitzt, tauchen wir plötzlich unter Wasser, so ereignet es sich manches Mal, daß wir einzelne Bruchstücke jener Gefäßverzweigungen nach heftigeren Augenbewegungen wahrnehmen. Die überfüllten Blutgefäße drücken dann vermuthlich auf die Netzhaut. Man bemerkt endlich nicht selten zahlreiche helle baumartige Verästelungen, die vielleicht ebenfalls hierher gehören, bei angestrengtem Nahesehen.

Man hat noch eine Reihe anderer Erscheinungen dahin gedeutet, daß 3936
in ihnen der Blutlauf des Auges unmittelbar wahrgenommen werde. Es läßt sich jedoch die Richtigkeit dieser Auffassung, wenigstens für die meisten der hierher gerechneten Fälle bezweifeln.

Ist ein Mensch z. B. durch den Genuß von Wein in hohem Grade 3937
aufgeregt, so sieht er bisweilen ein allgemeines Klopfen oder Zittern, das auf die Bewegung des Blutes der Schlagadern bezogen werden kann. Es erzeugen sich nicht selten einzelne aufspringende Lichtpunkte, die eine Strecke weit hingehen und bald wiederum verschwinden. Hat man den Kopf eine Zeit lang abwärts gehalten, hebt ihn dann plötzlich und springt mehrere Male mit geschlossenen Augenlidern in die Höhe, so zeigen sich nicht selten einzelne solcher Lichtpunkte, die eine Strecke weit fortgehen. Man bemerkt sie auch oft bei dem fortgesetzten Anstarren einer weißen Fläche oder bei dem angestrengten Durchblicken durch ein doppelt brechendes Prisma.

Habe ich mich durch rasches Gehen aufgeregt, lehne mich dann in 3938
einem Stuhle schief zurück, wende die geschlossenen Augen gegen den wolkigen Himmel oder die Decke eines mäßig erleuchteten Zimmers und drücke leise mit den Zeigefingern auf die Augenlider, so nehme ich ein deutliches Klopfen, das mit meinem Pulse übereinstimmt, in dem rothen Gesichtsfelde wahr. Hat man ein weißes, dem Auge möglichst nahe gehaltenes Blatt für einige Zeit starr angesehen, so bemerken manche Menschen einen weißen durchsichtigen Kreis, der von einem bräunlichen halbdurchsichtigen Ringe umgeben wird. Man erblickt bisweilen zwei Doppellinien, in denen Reihen von Kügelchen in entgegengesetzten Richtungen fortgehen, zu beiden Seiten der hellen Scheibe [1]). Habe ich eine Kerzenflamme eine Zeit lang betrachtet, so stellen sich ähnliche Bilder in Ausnahmsfällen ein.

Schattenfeld. — Schließt man die Augen und starrt gerade vor 3939
sich hin, so erscheint eine dunkle Fläche, die man in der Mitte am deutlichsten auffaßt, die hingegen nach außen hin immer mehr an Klarheit

[1]) Purkinje, a. a. O. Bd. I. S. 127.

verliert. Sie liegt in einem gewiſſen Abſtande von beiden Augen. man ſie ſchärfer zu beobachten, ſo findet man, daß ſie eine rund querovale Geſtalt beſitzt und den willkürlichen Bewegungen, nicht den künſtlichen Verſchiebungen der Augäpfel zu folgen ſcheint. Ein ſchimmer durchzieht bisweilen das Ganze. Einzelne Nebelſtreifen hellere Punkte kommen bei längerer Betrachtung zum Vorſchein [1]).

3940 **Druckfigur.** — Wendet man das Auge bei geſchloſſenen raſch nach außen, ſo ſieht man manches Mal einen feurigen Ring anhaltend zu flimmern und ſeiner Lage nach der Eintrittsſtelle des nerven zu entſprechen ſcheint. Wälzen ſich beide Augäpfel, ſo ereig ſich auch, daß man das Lichtbild doppelt bemerkt. Dieſe Verſuche gen am leichteſten unmittelbar nach dem Erwachen, weil dann die haut die größte Empfänglichkeit beſitzt. Einzelne Lichtſtreifen komm zu allen Tageszeiten zum Vorſchein.

3941 Drückt man den einen Augapfel bei geſchloſſenen Lidern, ſo b man zuerſt eine ringartige Geſtalt, mit der allmälig muſiviſche, r artig angeordnete, helle und zum Theil farbige Anſchauungen w Es treten auch bisweilen Strahlen, die an die Furchen der Centr erinnern, hervor [2]). Ich ſehe dieſe häufig in gelben und rothen F während helle, leuchtende Punkte in dem übrigen Geſichtsfelde fortw auftauchen. Deutliche Blendungsbilder zeigen ſich nicht ſelten i Augenblicke, in dem der Druck aufhört. Die Druckfigur wechſelt üb in hohem Maaße mit der Verſchiedenheit der Perſonen, dem Grad der Dauer der Einwirkung.

3942 **Galvaniſche Lichterſcheinungen.** — Leitet man einen niſchen Strom durch die Nachbartheile der Augenhöhle, ſo daß Netzhaut und den Sehnerven durchſtreicht, ſo bemerkt ein hinreichen pfängliches Auge im Finſtern eine Reihe entſprechender ſubjectiver empfindungen. Legt man einen Zink- und einen Kupferſtreifen ar ſchiedene Stellen der Mundhöhle und ſchließt die Kette, ſo ſieht im Dunkeln in demſelben Augenblicke einen feurigen Schein, der wie nach außen verſetzt wird.

3943 Bringt man den Zinkpol einer aus einer Reihe von Platten benden galvaniſchen Säule an den Augapfel, und den Kupferpol an Theil des Mundes, ſo zeigt ſich bei dem Schluſſe der Kette eine hellviolette Scheibe an der Stelle des Geſichtsfeldes, die dem Mar des Sehnerven entſpricht und ein dunkler, rautenförmiger, von einem lichen Lichtbande umgebener Fleck in der geradlinigen Verlängerun Augenachſe. Es folgt auf ihn ein dunkler Zwiſchenraum, dann ein cher leuchtendes gelbliches Rautenband und endlich nach außen ein cher lichtvioletter Schein, der bei dem Rollen der Augen an ein

---

[1]) Purkinje, a. a. O. S. 57. Volkmann, in Müller's Archiv. 1839. S.
[2]) Purkinje, a. a. O. Bd. I. S. 22 fgg. Brewster, in The London and burgh philosophical Magazine. London, 1832. 8. Aug. p. 89 — 92. Quet in den Annales de Chimie et de Physique. Vol. LIV. Paris, 1833. 8. pag. 9 Ruete, Lehrbuch der Opthalmologie. S. 70.

ellen heller wird. Die Farben, die Licht- und die Schattenflächen keh- i sich bei dem Oeffnen der Kette oder bei der entgegengesetzten Anlage- ng der Poldrähte um. Alle diese Erscheinungen treten während des chlusses der Kette am schwächsten hervor[1]). Das §. 3940. erwähnte immern der Bilder kann auch hier wiederkehren.

Hören.

Soll ein objectives Geräusch vernommen werden, so müssen sich die 3944
challwellen bis zu dem Hörnerven fortpflanzen. Sie verbreiten sich hier- i in einer gewissen Raumausdehnung und durchdringen in jedem Falle e festen, mit Flüssigkeiten getränkten und die vollkommen flüssigen Theile r Gehörwerkzeuge. Sie durchlaufen überdies meistentheils die dichten, ssigen oder gasförmigen Zwischenkörper, welche die schwingende Masse m dem Sinnesorgane zu trennen pflegen. Diese Fortpflanzung der challwellen führt zu einer Reihe von Veränderungen, deren Gesetze wir r Allem kennen lernen müssen.

Manche Thatsachen, denen wir auf diesem Gebiete begegnen, erinnern 3945
t die schon früher erläuterten Verhältnisse des Lichtes. Die Stärke des challes sinkt in demselben Mittel mit dem Quadrate der Entfernung . 3357.). Begegnen die Wellen einer fremdartigen Masse, so werden e theilweise zurückgeworfen. Der Einfallswinkel des Schallstrahles gleicht uch hier dem Reflexionswinkel und beide Leitlinien befinden sich in einer nd derselben Ebene. Das Echo verdankt seine Entstehung diesem Gesetze. Wir werden in der Folge finden, daß sich dieselbe Norm in manchen heilen der Gehörwerkzeuge und in einzelnen künstlichen Vorrichtungen, ie das Hören unterstützen, geltend macht.

Dringen die Schallwellen in einem zweiten Mittel weiter vor, so 3946
erlieren sie hierdurch einen Theil ihrer Stärke. Die Stöße, die ursprüng- ch in der Luft selbst angeregt werden, pflanzen sich daher in dieser am nversehrtesten fort. Müssen dagegen die Schwingungen fester oder flüs- ger Körper in die Atmosphäre übertreten, so werden sie schon durch die- n Umstand geschwächt. Die Erschütterungen der Luft theilen sich um- ekehrt nur mit größerem oder geringerem Verluste festen oder flüssigen assen, denen sie auf ihrem Wege begegnen, mit.

Man hört die Wellen schwingender Körper verhältnißmäßig am deut- 3947
chsten, wenn sie durch gleichartige Zwischensubstanzen zum Ohre gelangen. ie wiederholten Uebergänge in verschiedene Mittelkörper dagegen schaden r Auffassung. Eine Reihe einfacher Erfahrungen kann uns diese Ver- ältnisse klar machen.

Klopft ein Mensch so leise an das eine Ende eines Tisches, daß es 3948
n Zweiter, der sich an dem anderen Ende befindet, nicht mehr hört, so

[1]) Siehe Purkinje, a. a. O. Bd. I. S. 50 - 57. Bd. II. S. 31 — 50. Ruete, Lehrbuch der Ophthalmologie. S. 72. 73.

vermag dieser den Schall eher aufzufassen, wenn er sein Ohr an das Holz des Tisches selbst andrückt. Verstopft man sich den äußeren Gehörgang mit Baumwolle oder mit gekautem Papier, so vernimmt man das Pochen an einer Wand um Vieles deutlicher, so wie man diese und die in dem Gehörgange befindliche feste Masse mittelst eines Stabes wechselseitig verbindet.

Läßt man eine kleine Porcellanschaale auf dem Wasser eines Beckens schwimmen und schaltet eine Glasröhre zwischen dem verstopften Ohr und der Flüssigkeit ein, so hört man den Klang eines in die Schaale fallenden Geldstückes um Vieles besser, als wenn nur die Luft das Zwischenmittel abgiebt [1]). Legt man dagegen das Ohr auf die Wasserfläche, so gestalten sich die Bedingungen ungünstiger. Enthält der äußere Gehörgang größere Luftmengen, so kann sogar jede merkliche Verschiedenheit von den gewöhnlichen Verhältnissen hinwegfallen.

3949 Taucht ein Mensch frei in Wasser unter, so entgehen ihm alle nicht zu starken Geräusche, die zunächst in der Luft fortgepflanzt werden. Er vernimmt zwar kräftigere Tönungen der Art, wie den Knall einer losgeschossenen Pistole. Sie erscheinen ihm aber schwächer und lautloser. Die Eindrücke dagegen, welche die Schwingungen fester, unter Wasser befindlicher Körper erregen, verrathen sich mit vielem Nachdruck. Die Stöße, welche die Flüssigkeit durchsetzen, werden überdies von benachbarten dichten Massen in großer Vollkommenheit aufgenommen.

3950 Schallwellen, die in dem Wasser fortgehen, treten leichter in die Luft, als Erschütterungen der Atmosphäre in die Flüssigkeit über. Die Taucher pflegen nichts von dem, was sich an der Oberfläche des Wassers ereignet, zu hören. Das Anschlagen an eine Taucherglocke dagegen, die mehr als 10 Meter versenkt ist, wird außerhalb des Wassers deutlich wahrgenommen. In ihr selbst erregte Luftwellen verstärken sich in beträchtlichem Maaße. Eine angeblasene Pfeife giebt dann ausnehmend kräftige Töne [2]).

3951 Faßt man eine Uhr mit den Zähnen oder verbindet man sie durch einen festen Stab mit dem verstopften Gehörgange, so vernimmt man ihren Schlag sehr deutlich. Er hat dann zugleich einen anderen Klang, als wenn sich die Uhr in der Luft dicht vor dem Ohre befindet. Umwickelt man sie mit mehreren Schichten von Leinwand oder stürzt man ein Reihe von Glasglocken über einen Wecker, so wird die Tönung in hohem Grade geschwächt.

3952 Dünne elastische Häute, die mit Leichtigkeit in Schwingungen gerathen, können die Uebertragung der Schallwellen in ein fremdartiges Mittel begünstigen. Tauchte Joh. Müller [3]) das untere Ende einer Pfeife, die mit keinen Seitenlöchern versehen war, in Wasser, so hörte er den Ton, den sie bei dem Anblasen erzeugte, schwach, so wie er den im Ohre

---

[1]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. Coblenz. 1838. 8. S. 420.
[2]) C. Poor, Theoria sensuum. Pestini. 1786. 8. p. 273.
[3]) Joh. Müller a. a. O. S. 420.

en Stopfen und die Flüssigkeit mittelst einer Glasröhre verband.
gegen die untere Pfeifenöffnung mit einem Stücke Blase geschlossen,
n sich die tiefsten und mittleren Töne kräftig und klangvoll dar.
nan dann die Röhre in der Flüssigkeit herum, so schwoll die Tö-
wie man sich der Verschließungshaut annäherte. Hohe Töne ver-
sich unter diesen Verhältnissen gar nicht oder nur in unbedeuten-
aße.

gleich sich die Schallwellen eines festen Körpers, der an eine Flüs- 3953
enzt, dieser nachdrücklich mittheilen, so kann doch noch die Bei-
r elastischen Haut, welche die dichte Masse umringt, die Ueber-
erleichtern [1]). Eine gespannte Membran, die durch Luftwellen
ingung versetzt wird, pflanzt diese mit vieler Kraft auf feste be-
Körper fort. Diese Erscheinungen können zum Theil die Ursa-
shalb die Natur mehrere dünne, häutige Gebilde, wie das Trom-
die Haut des eiförmigen und des runden Fensters in unserem
jane angebracht hat, andeuten.

: Körper, die eine flüssige Masse begrenzen, werfen die Wellen 3954
r theilweise zurück. Sie gerathen zugleich in eine verhältnißmäßig
Erschütterung und bedingen eine Resonanz in die Flüssigkeit, so
Ton in ihrer Nachbarschaft an Kraft in merklichem Grade gewinnt.
n, die von häutigen Säcken umschlossen werden, können ebenfalls
ingungen, die von benachbarten festen oder flüssigen Körpern aus-
rstärken. Die Schwimmblase der Fische ist auf diese Weise in
ıb gesetzt, die Rolle eines Resonanzwerkzeuges zu übernehmen [2]).
Stärke eines fortgepflanzten Schalles steht unter sonst gleichen
gen in einem bestimmten Verhältnisse zur Dichtigkeit des Mittels,
ch die Wellen weiter verbreiten. Da nun die Atmosphäre das
he Zwischenglied für das Hören des Menschen und der auf dem
enden Thiere bildet, so wird auch die Wahrnehmbarkeit von den
ı der Luft theilweise bedingt. Man kann sie daher durch künst-
ünnung der Atmosphäre schwächen und durch Verdichtung der-
rstärken. Die scheinbare Schwerhörigkeit, der man in höheren
nden begegnet (Bd. I. §. 167.), erklärt sich aus den gleichen
ssen.

die Optik des Auges den Gang der Lichtstrahlen von der Horn- 3955
Netzhaut verfolgen muß, so hat die Physiologie des Ohres vor
hzuweisen, welche Veränderungen die Schallwellen in dem In-
Gehörwerkzeuge erleiden. Es ist bis jetzt nicht möglich gewe-
Fragen, die sich hierbei aufdrängen, mit der nöthigen Schärfe
ı und auch nur annähernd zu beantworten. Man kann höchstens
ı, daß einzelne Schwierigkeiten, auf welche die Uebertragung der
en sonst stoßen würde, durch besondere Nebeneinrichtungen ver-
urden. Es läßt sich zeigen, daß geeignete Resonanzverhältnisse

---

[1] Müller, a. a. O. S. 428.
[2] Müller, a. a. O. S. 423. 424.

die Tönung verstärken. Man ist aber nicht im Stande, die Mannigfaltigkeit der Stücke, aus denen das Gehörorgan besteht, hinreichend klären. Man weiß nicht, wie sich die verschiedenen Wellenzüge, das Innere des Ohres gleichzeitig durchsetzen, unter einander welchen Einfluß die Stoffe, aus denen die einzelnen Gebilde bes die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Töne ausüben, ob das, was Klang nennen, theilweise von ihnen bestimmt wird oder nicht.

3956 Die Kleinheit und die verborgene Lage der einzelnen Stück hörwerkzeuge, die unbestimmten Aufschlüsse, welche die an Thier stellten Beobachtungen geben können, mußten die meisten Versuche, an lebenden Geschöpfen machen wollte, vereiteln. Bemüht man sich Einrichtung des inneren Ohres in künstlichen Verrichtungen wieder so kann man die Formen nur in sehr entfernter Weise nachahmen ist überdies genöthigt, fremdartige Massen zu diesen Bemühungen nutzen. Akustische Untersuchungen, die man mit solchen Apparaten stellt, können daher nur die allgemeinsten Verhältnisse im günstigsten darlegen.

3957 Die Entwickelungsstufe der Akustik vermehrt endlich noch die rigkeiten. Die Theorie der Schallverhältnisse ist nicht so weit vo daß sich durch sie allein wesentliche Aufschlüsse über die Bestimmung einzelnen Theile der Gehörwerkzeuge gewinnen ließen. Die musi Instrumente liefern fast gar keine Fingerzeige für die Deutung sonderbar geformten Gebilde, die wir in dem Ohre des Mensch der Thiere antreffen.

3958 Aeußeres Ohr. — Man kann den Nutzen desselben unter Gesichtspunkten auffassen. Die Schallwellen, welche die Ohrmuschel fen, werden von dieser in den äußeren Gehörgang zurückgeworfen aufnehmende Oberfläche vergrößert sich hierdurch in zweckmäßiger Die Tönung vermag sich überdies wie in einem Hörrohre zu v Es ist endlich möglich, daß sich die Schwingungen der Luft, des oder der festen Körper, die unmittelbar an die Ohrmuschel stoße mittheilen und rasch und kräftig in den Nachbargebilden derselbe geführt werden.

3959 Mangeln auch die Erhabenheiten und Vertiefungen, denen da liche Ohr seine eigenthümliche Form verdankt, oder fehlt dieses so kann doch noch das Gehör einen nicht unbedeutenden Grad von beibehalten. Manche Forscher behaupten sogar, daß die Wahrn der Töne durch jene Mißbildung gar nicht leidet[1]). Wir können jedenfalls schließen, daß die Ohrmuschel die Auffassung des Sch begünstigt, nicht aber wesentlich bestimmen hilft.

3960 Boerhave glaubte gefunden zu haben, daß die Schallwe irgend einen Punkt des Ohres treffen, dem äußeren Gehörga einfacher oder mehrfacher Zurückwerfung zugeführt werden. Eine

[1]) C. G. Lincke, Handbuch der theoretischen und praktischen Ohren Bd. I. Leipzig. 1837. 8. S. 442.

) der Gestalt des menschlichen Ohres nöthigt aber schon die
it dieses Ausspruches zu bezweifeln. Paßt auch die Annahme
ıschel und deren nächste Umgebung, so läßt sie sich doch kaum
igen Theile des äußeren Ohres übertragen. Die Erfahrungen
[1]) bestätigen diese Anschauungsweise. Bildete er sich ein wohl-
)hr in Wachs nach, leitete dann beliebige Linien von Schall-
die Oberfläche desselben und bestimmte die Bahnen, in denen
worfen werden müßten, so fand sich, daß viele von ihnen den
ehörgang nicht trafen. Es läßt sich daher die eigenthümliche
menschlichen Ohres auf diesem Wege nicht erklären.

nsicht, daß es gleich einem Hörrohre wirke und die Tönung 3961
auf dem Wege der Zurückwerfung, sondern durch die eigen-
Schwingungen der festen Wände und die Resonanz des einge-
Luftraumes verstärke, kann eben so wenig von den besonderen
s Menschenohres Rechenschaft geben. Das tütenförmige Ohr
jethiere wird diesen Zweck vollständiger, als das vielgestaltete
des Menschen erfüllen.

e Forscher, wie Savart[2]) und Joh. Müller[3]), suchten den 3962
ı der Unebenheiten, die unser äußeres Gehörwerkzeug besitzt,
hältnissen der Erschütterung, die sich in seiner eigenen Masse
. Diese wird diejenigen Schallstrahlen, welche sie in senkrech-
g treffen, am kräftigsten aufnehmen. Ist aber das äußere Ohr
roßen Menge von Erhöhungen und Furchen, die allmälig in
ergehen, ausgestattet, so wird die Möglichkeit der senkrechten
um so eher gesichert. Die auf solche Weise begünstigten Stöße
) dann mit mehr Kraft zu dem äußeren Gehörgange und zu
rgebilden desselben fort.

man die Vertiefungen des äußeren Ohres mit einer weichen 3963
und läßt nur die Oeffnung des äußeren Gehörganges frei, so
sich die Schärfe der Gehörempfindung. Der Mensch faßt aber
ıen so rein, als unter gewöhnlichen Verhältnissen auf [4]).

it sich erwarten, daß die Art und Weise, wie das äußere Ohr 3964
Gehörgang geneigt ist, einen Einfluß auf das Hören selbst aus-
Dieser Umstand kann die zweckmäßige Fortleitung der Schall-
mmen helfen und manche Mißverhältnisse, die in dem Bau
Theile des äußeren Ohres begründet sind, beseitigen.

ınan[5]) nimmt an, daß ein Anheftungswinkel von 25 bis 45°, 3965
einer breiten und tiefen Ohrmuschel, einem stark überhängen-
Theile der Leiste und einem nicht sehr hervorgetriebenen Kahne
ie verhältnißmäßig günstigsten Bedingungen liefert. Eine Nei-

---

in den Annales des sciences naturelles. Tome XXVI. Paris, 1832. 8. p. 8.
, in den Annales de Chimie et Physique. Vol. XXVI. Paris, 1824. 8. p. 29.
iller, a. a. O. S. 453.
a. a. O. p. 7.
an, in Lincke's Sammlung auserlesener Abhandlungen und Beobach-
us dem Gebiete der Ohrenheilkunde. Heft 3. Leipzig, 1836. 8. S. 147.

gung von 40° kann die Nachtheile einer flachen Muschel und einer geringen Tiefe von dieser einen zu geringen Ansatzwinkel ausgleichen. Sinkt α auf 15°, während das äußere Ohr ungünstige Formverhältnisse darbietet, so pflegen vorzüglich Personen mittleren Alters die Schallwellen mit geringerer Schärfe aufzufassen.

Buchanan [1]) erzählt einen Krankheitsfall, der für seine Angaben zu sprechen scheint. Das eine Ohr eines Mannes, das zum größten Theile durch eine Verletzung abgerissen worden war, heilte vollständig unter einem Winkel von 45° an. Der Mann hörte mit diesem Ohre schärfer, als mit dem anderen, das nur eine Neigung von 15° besaß. Aeltere Forscher [2]) haben schon darauf aufmerksam gemacht, daß zu enge Kopfbedeckungen, welche die Ohren kleiner Kinder an den Schädel drücken und ihnen allmälig diese Stellungsweise für die Dauer aufdringen, das Gehör beeinträchtigen. Das Otaphon [3]) hat zum Zwecke, den zu sehr am Schädel anliegenden Ohrknorpel bis auf eine Winkelgröße von 40 bis 45 Grad hinüberzudrücken. Da der Gebrauch desselben nicht selten für die Dauer unbequem und selbst schmerzhaft wird, so hat man auch vorgeschlagen, die Stellung des äußeren Ohres durch chirurgische Eingriffe zu verbessern. Die Durchschneidung der kleinen Ohrmuskeln [4]), die ohnedies so unvollkommen entwickelt und so unbeständig sind, wird wohl nie diesen Zweck erfüllen. Die Trennung des Ohrknorpels dagegen könnte eher zum Ziele führen.

3966 **Ohrmuskeln.** — Das einfachere, meistentheils tütenförmige gestaltete Ohr der Säugethiere besitzt häufig eine große Reihe verhältnißmäßig starker und mannichfacher Muskeln [5]). Es kann hierdurch die Ohrmuschel nach der Seite, von welcher der Schall kommt, gewendet werden. Dieser Grad von Beweglichkeit ist dem Menschen nicht verliehen. Es gehört hier zu den Ausnahmen, daß der Wille einen irgend bedeutenden Einfluß auszuüben vermag. Die Wirkungen, die selbst unter den günstigsten Bedingungen zu Stande kommen, stehen denen, welche den Hausäugethieren möglich bleiben, bedeutend nach.

3967 Man kann die schwachen und in ihrer Ausbildung unbeständigen Muskeln des äußeren Ohres des Menschen in zwei Klassen trennen. Die eine von ihnen wirkt auf das Ohr im Ganzen, während die andere die Formen einzelner untergeordneter Theile zu verändern sucht.

3968 Der **Heber des äußeren Ohres** (Adtollens auriculam) (S. 2 Fig. 131. p.) führt dasselbe in die Höhe und macht es dabei etwas länger und hohler. Er kann den Eingang des äußeren Gehörganges in der Richtung seines Zuges erweitern helfen. Der **Rückwärtszieher** (Retrahens auriculae), der zuweilen aus mehreren gesonderten Bündeln besteht, führt das Ohr nach hinten und der **Vorwärtszieher** (Adtrahens) nach vorn. Jeder von diesen beiden wirkt zum Theil in der Richtung nach oben und erweitert zugleich die Mündung des äußeren Gehörganges in der seiner Thätigkeit entsprechenden Zuglinie. Der unbeständige, von Hyrtl

---

[1]) Buchanan, a. a. O. S. 150. 151.
[2]) Lincke, a. a. O. S. 439.
[3]) Siehe M. Frank, Praktische Anleitung zur Erkenntniss und Behandlung der Ohrenkrankheiten. Erlangen, 1845. 4. S. 196.
[4]) Wolff, bei Lincke a. a. O. Bd. III. Leipzig, 1845 8. S. 277.
[5]) Eine sehr ausführliche Schilderung dieser Verhältnisse findet sich in A. Hannover De cartilaginibus, musculis, nervis auris externae atque de Nexu N. vagi et N. facialis, Havniae 1839. 4.

ene Griffelohrmuskel (Styloauricularis) ſcheint das Ohr nach
und unten bewegen zu können.

Der große Leiſtenmuskel (Major helicis) ſoll den oberen und 3969
eine Leiſtenmuskel (Minor helicis) den vorderen Ohrrand dem
ufe der Faſern gemäß umzubiegen, der Bockmuskel (M. tragicus)
deren Rand des Bockes nach außen und vorn und der Gegenbock-
el (M. antitragicus) den Gegenbock von dem Bocke zu entfernen
. Die beiden letzteren würden daher auch zur Erweiterung des
ngetheiles des Gehörganges beitragen. Der Erweiterer der
uſchel (Dilatator conchae) kann endlich die Ohrmuſchel ausdehnen
er quere Ohrmuskel (Transversus auriculae) die Aushöhlung
hres abflachen.

Während ſich dieſe oder manche andere in den anatomiſchen Lehr- 3970
n beſchriebenen Ohrmuskeln an vielen Leichen gar nicht oder nur
kommen nachweiſen laſſen, ſetzen ſich in anderen Faſerbündel be-
rter Muskeln, wie des Hinterhauptmuskels, des breiten Halsmus-
ch dem äußeren Ohre hin fort. Menſchen, welche dieſes willkürlich
n können, ziehen hierzu nicht ſelten die angrenzenden Kopfmuskeln
ſe. Der eigenthümliche phyſiognomiſche Ausdruck, den das Geſicht
er Perſonen bei dem genaueren Aufhorchen annimmt, fußt ebenfalls
n Bemühen, die Aufnahme der Schallwellen durch die Unterſtützung
lebengebilde zu begünſtigen.

ie zarten Muskelfaſermaſſen, die ſich an dem äußeren Ohre vor- 3971
können endlich vielleicht noch die ihnen entſprechenden Stücke des
rpels ſpannen und zur Aufnahme und Fortpflanzung der Wellen
er machen.

kommt in einzelnen Fällen vor, daß ein Menſch nur das eine ſeiner beiden
illkürlich zu bewegen im Stande iſt. Manche können bloß über eine Art von
nderung, Andere über mehrere gebieten. Es giebt Perſonen, in denen ſich die
igen der Kopfhaube mit denen des Ohres verbinden, und Andere, in denen beide
itsarten unabhängig von einander wirken. Es ereignet ſich endlich, daß nur die
der Schädeldecke dem Willensbefehle gehorchen, und daß ſie allein eine geringe
bung des Ohres möglich machen.

äußerer Gehörgang. — Er pflanzt zunächſt die Schallwellen, 3972
ſeinen Hohlraum unmittelbar eindringen, oder in ihm von dem
n Ohre aus zurückgeworfen werden, nach dem Trommelfelle hin fort.
ein von feſten Wänden eingeſchloſſenes Luftrohr darſtellt, ſo kann
Luftwellen zuſammenhalten und durch Reſonanz verſtärken. Seine
hindert dabei, daß die Luftſäule in einem ihr eigenen, deutlich
hmbaren Nebentone mitklingt.

ie Wellen, in welche die dichte Maſſe des äußeren Ohres ſelbſt 3973
, pflanzen ſich längs der Wände des Gehörganges bis zu der näch-
ngebung des Trommelfelles fort. Wir werden aber bald ſehen, daß
rt von Schwingungen eine geringere Bedeutung als die Luftwellen
ehörganges, für die gewöhnliche Auffaſſung der Töne zu haben

Otaphon [2]) hat zum Zwecke, den zu sehr am Schädel anliegen
auf eine Winkelgröße von 40 bis 45 Grad hinüberzudrücken. Da d
ben nicht selten für die Dauer unbequem und selbst schmerzhaft wird
vorgeschlagen, die Stellung des äußeren Ohres durch chirurgische Ein
Die Durchschneidung der kleinen Ohrmuskeln [3]), die ohnedies so unv
und so unbeständig sind, wird wohl nie diesen Zweck erfüllen. Die
knorpels dagegen könnte eher zum Ziele führen.

3966 **Ohrmuskeln.** — Das einfachere, meistentheils t
staltete Ohr der Säugethiere besitzt häufig eine große
mäßig starker und mannichfacher Muskeln [3]). Es kann hi
muschel nach der Seite, von welcher der Schall kommt,
Dieser Grad von Beweglichkeit ist dem Menschen nicht v
hört hier zu den Ausnahmen, daß der Wille einen ir
Einfluß auszuüben vermag. Die Wirkungen, die selbst u
sten Bedingungen zu Stande kommen, stehen denen, w
säugethieren möglich bleiben, bedeutend nach.

3967 Man kann die schwachen und in ihrer Ausbildung un
keln des äußeren Ohres des Menschen in zwei Klassen tr
von ihnen wirkt auf das Ohr im Ganzen, während die
men einzelner untergeordneter Theile zu verändern sucht.

3968 Der **Heber des äußeren Ohres** (Adtollens auri
Fig. 131. p.) führt dasselbe in die Höhe und macht es da
und hohler. Er kann den Eingang des äußeren Gehörgan
tung seines Zuges erweitern helfen. Der **Rückwärtszie**
auriculae), der zuweilen aus mehreren gesonderten Bünd
das Ohr nach hinten und der **Vorwärtszieher** (Adtra
Jeder von diesen beiden wirkt zum Theil in der Richtun
erweitert zugleich die Mündung des äußeren Gehörgang

gen die Achse des inneren Theiles von jenem geneigt ist,
:ſt den Raum der Paukenhöhle nach außen hin ab und
)em Vordringen aller fremdartigen Maſſen, die ſich in dem
)ange befinden. Es leiſtet überdies weſentliche akuſtiſche
rnimmt in mancher Beziehung für das Ohr dieſelbe Rolle,
nbogenhaut im Auge zu verſehen pflegt.

che, in einem Ringe ausgeſpannte Haut wird leicht durch 3978
len, die ſich durch die Luft fortpflanzen, in Erſchütterung
)art erhärtete dieſes nicht bloß an größeren Membranen,
dem Trommelfell des Menſchen und des Kalbes. Beſtreut
rlappſamen, ſo kann man Klangfiguren durch ferne Töne
. 3035.).

gt keinem Zweifel, daß ſich Wellen, die durch irgend ein 3979
:m hinteren Theile des Gehörganges vordringen, Schwin-
kenfelles anregen. Es hängt hierbei von der Stärke der
)em Auge kenntliche Beugungs- oder nur ſogenannte Ver-
)u Stande kommen. Die Schwingung vermag ſich von vorn
anze Haut auszudehnen oder ſie nur in einem Punkte zu-

Sie verbreitet ſich in dem letzteren Falle allſeitig, bis ſie
enzungsränder trifft und wird dann hier theilweiſe zurück-
erhalten ſo rücklaufende Wellen, welche die früheren durch-
:r günſtigen Bedingungen verſtärken.

Fig. 330.

Die Muskeln der Gehör- 3980
knöchelchen können die Verhält-
niſſe des Paukenfelles mittel-
bar verändern. Der innere Hammermuskel (Musculus mallei internus s. Tensor tympani) (*l* Fig. 330.) zieht den Handgriff des Hammers nach innen, oben und vorn und wirkt auf dieſe Weiſe auf das Trommelfell, das mit jenem verwachſen iſt. Er drückt zugleich den Kopf des Hammers an den Amboß. Könnte ſich dieſe Wirkung auf den Steigbügel fortpflanzen, ſo müßte auch der Fußtritt von dieſem gegen das eirunde Loch geſchoben werden. Es fragt ſich jedoch, ob die Befeſtigungsweiſe des Hammers des Erwachſenen die Fortpflanzung beträchtlicher Beugungswellen geſtat-

en Annales de Chimie et de Physique. Vol. XXVI. pag. 6 — 23.

tet. Die meiſten Forſcher betrachten die größere Spannung des Paukenfelles als die vorzüglichſte Wirkung des inneren Hammermuskels. Er wird jedenfalls die Form deſſelben ändern können.

3981 Der Theil, den man als äußeren Hammermuskel oder als Erſchlaffer des Trommelfelles (Musculus mallei externus s. Laxator tympani) anführt, iſt in den meiſten Fällen ein Band und kein wahrer Muskel. Krauſe und Beck[1]) fanden jedoch in ihm quergeſtreifte Faſern, wenn er gehörig entwickelt war. Rieſcher ſah ihn in einem Falle roth gefärbt. Krauſe glaubt, daß er den Hammerhals nach vorn und innen zieht, das Trommelfell im Ganzen erſchlafft, den vorderen Theil deſſelben aber in querer Richtung anſpannt. Die Maſſe endlich, die manche ältere Forſcher als den kleinen Erſchlaffer des Trommelfelles (Laxator tympani minor) beſchrieben haben, iſt immer nur ein Bandgebilde.

3982 Der Steigbügelmuskel (Stapedius) (*s*, Fig. 330.) drückt zunächſt das hintere Ende des Fußtrittes des Steigbügels in die eiförmige Grube, während ſich das vordere von ihr emporhebt. Seine Wirkung kann ſich aber auch möglicher Weiſe bis zum Trommelfell fortpflanzen[2]). Ja Huſchke[3]) die Sehne in dem Leichname an, ſo ſchob ſich der Hammergriff nach außen gegen das Paukenfell. Er wirkt daher nach der Anſicht dieſes Forſchers dem inneren Hammermuskel entgegen.

Obgleich der innere Hammermuskel und der Steigbügelmuskel quergeſtreifte Faſern enthalten, ſo werden wir uns doch faſt nie ihrer Thätigkeit bewußt. Manche Menſchen können nach Belieben ein eigenes kniſterndes Geräuſch, das auch von Anderen vernommen wird, hervorrufen[4]). Treibt man Luft von der Euſtachiſchen Trompete aus in die Trommelhöhle, ſo gelingt der Verſuch am leichteſten. Das Knacken ſtellt ſich ein, ſobald der Druck nachläßt. Einzelne Perſonen haben dieſe Vorbereitung ihren Angaben nach nicht nöthig. Man erklärt dieſe Erſcheinung in der Regel aus der Zuſammenziehung des inneren Hammermuskels, ohne daß dieſe Auffaſſungsweiſe durch nähere Verſuche bartet werden könnte. Es wäre daher wünſchenswerth, daß die Urſache dieſer Töne einer ausführlichen neuen Prüfung unterworfen würde.

3983 Die Form und die Spannung des Trommelfelles hängt nicht von den eben erwähnten Einflüſſen der Gehörknöchelchen, ſondern von den gegenſeitigen Beziehungen der Gasſäulen, von denen es umgeben wird, ab. Seine vordere Fläche grenzt an die Luft des äußeren Gehörganges und ſeine hintere an die der Trommelhöhle. Denken wir uns daß dieſe beiden Gasmaſſen eine weſentlich verſchiedene Spannung aus irgend einem Grunde darbieten, ſo wird auch die Stellung der Mitte des Paukenfelles dieſem Einfluſſe gehorchen.

---

[1]) C. F. Th. Krause, Handbuch der menſchlichen Anatomie. Zweite Auflage. Hannover. 1842. 8. S. 497. B. Beck, Anatomiſche Unterſuchung über ein Theile des VII. und IX. Hirnnervenpaares. Heidelberg, 1847. 4. S. 49.

[2]) Vergl. auch Bonafont, bei P. H. Wolff. Die nervöſe Schwerhörigkeit. Leipzig. 1844. S. S. 15. Lincke, a. a. O. Bd. I. S. 471.

[3]) S. Th. v. Sömmerring, Lehre von den Eingeweiden. Umgearbeitet von Huſchke. Leipzig, 1844. 8. S. 747. 748.

[4]) Joh. Müller, a. a. O. Bd. II. S. 439. 440. De functionibus nervorum cerebralium. pag. 115. 116. Theile, in Schmidt's Encyclopaedie der geſammten Medicin. Bd. III. 1842. 4. S. 437. 438. R. Wagner, Lehrbuch der ſpeciellen Phyſiologie. Dritte Auflage. Leipzig, 1845. 8. S. 364.

gen die Achse des inneren Theiles von jenem geneigt ist,
st den Raum der Paukenhöhle nach außen hin ab und
dem Vordringen aller fremdartigen Massen, die sich in dem
ange befinden. Es leistet überdies wesentliche akustische
rnimmt in mancher Beziehung für das Ohr dieselbe Rolle,
ıbogenhaut im Auge zu versehen pflegt.

che, in einem Ringe ausgespannte Haut wird leicht durch 3
len, die sich durch die Luft fortpflanzen, in Erschütterung
art erhärtete dieses nicht bloß an größeren Membranen,
dem Trommelfell des Menschen und des Kalbes. Bestreut
rlappsamen, so kann man Klangfiguren durch ferne Töne
. 3035.).

gt keinem Zweifel, daß sich Wellen, die durch irgend ein 3
m hinteren Theile des Gehörganges vordringen, Schwin-
kenfelles anregen. Es hängt hierbei von der Stärke der
em Auge kenntliche Beugungs- oder nur sogenannte Ver-
u Stande kommen. Die Schwingung vermag sich von vorn
anze Haut auszudehnen oder sie nur in einem Punkte zu-
Sie verbreitet sich in dem letzteren Falle allseitig, bis sie
enzungsränder trifft und wird dann hier theilweise zurück-
rhalten so rücklaufende Wellen, welche die früheren durch-
r günstigen Bedingungen verstärken.

Fig. 330.

Die Muskeln der Gehör- 3
knöchelchen können die Verhält-
nisse des Paukenfelles mittel-
bar verändern. Der innere
Hammermuskel (Muscu-
lus mallei internus s. Tensor
tympani) (*l* Fig. 330.) zieht den
Handgriff des Hammers nach
innen, oben und vorn und wirkt
auf diese Weise auf das Trom-
melfell, das mit jenem ver-
wachsen ist. Er drückt zugleich
den Kopf des Hammers an
den Amboß. Könnte sich diese
Wirkung auf den Steigbügel
fortpflanzen, so müßte auch
der Fußtritt von diesem gegen
das eirunde Loch geschoben
werden. Es fragt sich jedoch,
ob die Befestigungsweise des
Hammers des Erwachsenen
die Fortpflanzung beträchtli-
cher Beugungswellen gestat

n Annales de Chimie et de Physique Vol XXVI pag 6 — 5

3987 Wollaston [1]) und Joh. Müller [2]) fanden nach ihren, an sich selbst angestellten Beobachtungen, daß die übermäßige Anspannung des Trommelfelles, die man durch die eben erwähnte Luftveränderung der Trommelhöhle einleitet, die Wahrnehmung tiefer Töne hindert, die von hohen dagegen eher verschärft, als beeinträchtigt. Es giebt Schwerhörige, welche ähnliche Verhältnisse darbieten, ohne daß ihre Eustachische Trompete verstopft wäre. Man hat daher das Leiden aus einer übermäßigen Spannung des Trommelfelles, welche in einer regelwidrigen anhaltenden Verkürzung des inneren Hammermuskels begründet sein soll, zu erklären gesucht. Die Forschungen, die bis jetzt an solchen Kranken angestellt worden, sind jedoch noch zu unvollständig, als daß sich über die Richtigkeit dieser Ansicht urtheilen ließe.

Die ärztlichen Erfahrungen haben keine neuen sicheren Aufschlüsse über die Bestimmung des Paukenfelles geliefert. Man weiß nur so viel, daß diese Haut gänzlich zerstört sein kann, ohne daß das Gehör für Schallwellen, die sich durch die Luft fortpflanzen, gänzlich verloren geht. Der musikalische Sinn kann sich unter diesen Verhältnissen vollständig erhalten. Kleinere Spalten oder Oeffnungen scheinen sogar ohne merklichen Nachtheil bestehen zu können. Wird ein Theil des Trommelfelles plötzlich zerstört, so ereignet sich bisweilen, daß die Innentheile der Trommelhöhle von Entzündungszuständen und deren Folgen ergriffen werden. Ausschwitzungen, die sich in der Masse des Paukenfelles selbst absetzen, führen oft zu beträchtlicher Schwerhörigkeit [3]).

Es ist häufig versucht worden, das Trommelfell zu durchbohren, um das Uebelhören zu beseitigen. Lassen wir den Fall, in welchem auf diese Weise eiterige Ablagerungen der Paukenhöhle entfernt werden, bei Seite, so konnte man bis jetzt keine sichere Anzeige für diesen Eingriff feststellen. Entartungen des Trommelfelles, welche die Uebertragung der Luftwellen unmöglich machen, dürften Versuche der Art am ehesten rechtfertigen.

3988 Gehörknöchelchen. — Eine dünne elastische und ausgespannte Haut nimmt nicht nur die Luftwellen leichter, als ein dicker, fester Körper auf, sondern theilt sie auch anderen, mit ihr verbundenen dichteren Gebilden eher mit. Die Schwingungen pflanzen sich aber wiederum besser in einer Flüssigkeit fort, wenn der an sie stoßende feste Körper von einer elastischen Haut rings umgeben wird (§. 3952.). Das Trommelfell wird daher auch die Schallwellen unter günstigeren Verhältnissen den Gehörknöchelchen und der mit der Haut umsäumte Fußtritt des Steigbügels der Flüssigkeit des Vorhofes übertragen.

Joh. Müller [4]) suchte diese Verhältnisse durch eine künstliche Vorrichtung zu versinnlichen. Er spannte ein Stück Schweinsblase über das untere Ende einer einfüßigen Pfeife und setzte an diese eine Röhre, deren Ausgang mit einer zweiten Membran versehen war. Jene stellte gewissermaßen das Trommelfell und diese die Haut des runden Loches dar, während die Pfeife dem äußeren Gehörgange und der angefügte Cylinder der Trommelhöhle entsprach. Ein Stab, der in der Mitte von dieser hinlief, verband die beiden Häute. Sein unteres Ende trug eine Platte, die auf der zweiten Membran ruhte. Dieser Theil sollte dann dem Fußtritte des Steigbügels entsprechen. Wurde nun der untere Abschnitt in Wasser getaucht, die Pfeife angeblasen und der Ton bei verstopftem Ohre mit einer Glasröhre aufgenommen, so verstärkte sich der Klang, so

[1]) Wollaston, in The Edinburgh Philosophical Journal. Vol. IV. Edinburgh, 1821. 8. p. 158 — 164. Gehler's physikalisches Wörterbuch. Bd IV. S. 1218.
[2]) Joh. Müller, a. a. O. S. 438.
[3]) Kramer. a. a. O. S. 235.
[4]) Joh. Müller, a. a. O. S. 428. 429.

Befestigt man eine dünne elastische Haut über der Oeffnung eines
Cylinders, versieht sie mit einem Hebel, der ihre Spannung zu ändern
mag, und bestreut die Oberfläche mit feinem Bärlappsamen oder mit
Mehlkörnchen, so erzeugen sich Klangfiguren, so wie man passende Schall-
wellen in einer nicht zu großen Entfernung anregt und eine schwingende
Scheibe parallel der Oberfläche der dünnen Haut anbringt [1]). Die Körn-
chen hüpfen aber unter sonst gleichen Verhältnissen höher, wenn die Haut
höher gespannt ist. Führt auch die Anheftungsstelle des Hebels zu
einem Schwingungsknoten, so daß sich hierdurch die Schwingungsweite
ändert [2]), so deuten doch die Einflüsse, welche die verschiedenen Span-
nungsgrade bedingen, darauf hin, daß der Unterschied von diesem Neben-
umstande nicht ausschließlich abhängt.

Joh. Müller [3]) suchte das Gleiche auf anderem Wege zu erhärten.
Er verstopfte sich das eine Ohr und fügte in das andere ein kelchartiges
Rohr, dessen Mündung mit einer elastischen Haut verschlossen war.
Sie konnte durch einen Hebel nach einwärts gezogen und stärker gespannt
werden. War die Membran verhältnißmäßig erschlafft, so wurden alle
Töne und Geräusche stärker, als unter der erhöhten Spannung jener
künstlichen Trommelfelles wahrgenommen.

Trägt man diese Erscheinungen auf die Verhältnisse des lebenden Ohres über,
so muß man sich vorstellen, daß das Paukenfell beide Male im Ohre,
die Regenbogenhaut im Auge überspannt. Wie viel das Gesicht im
hellen Lichte verengt, um die Menge der einfallenden Lichtstrahlen
vermindern, so kann sich möglicher Weise das Trommelfell stärker ge-
spannen, um zu heftige Töne zu dämpfen und dem Ohre unschädlich zu
machen. Es ist jedoch noch nicht durch die Erfahrung ermittelt, welchen
Einfluß des Spannungsverhältnisses das innere Trommelfell ausübt und
unter welchen Bedingungen die Thätigkeit des Muskels des Hammers
ändernd eingreift [4]). Nur so viel kann aus der Betrachtung des Baues
dieses Theiles mit Sicherheit betrachtet werden.

[illegible]

[illegible]

[1]) Chladni, a. a. O. p. [illegible]

[2]) Seebeck, in Gehler's [illegible]
1210.

[3]) Müller, a. a. O. [illegible]

[4]) Müller, a. a. O. S. [illegible]
für den Menschen. Bd. I. [illegible]

3987 Wollaston[1]) und Joh. Müller[2]) f... Diese selbst erklingt
selbst angestellten Beobachtungen, daß di... ihrem eigenen Tone.
Trommelfelles, die man durch die eb... eine beschränkte Zahl vor
Trommelhöhle einleitet, die Wahneh... mittelung des Trommelfelle
hohen dagegen eher verschärft, als ... ahrung lehrt aber, daß die
welche ähnliche Verhältnisse darbi... yen, daß unser Gehörorgan m
pete verstopft wäre. Man hat ... en vermag.
Spannung des Trommelfelle... eebeck über das Mittönen der
Verkürzung des inneren H..., daß der Einfluß, den die Höhe des
gesucht. Die Forschung ... so mehr in den Hintergrund tritt, je g
worden, sind jedoch n... ite, hinter dem mitklingenden Körper befi
keit dieser Ansicht u... Stande ist. Eine auf diese Weise mitschwin

Die ärztlichen E... auch um so eher ihren Beharrungszustand, be
mung des Paukenf... dem des anregenden Körpers isochron werden-
stört sein kann, ... das durch die Gehörknöchelchen mit dem Labyrinth
zen, gänzlich ve... Trommelfell über, so kann man annehmen, daß das
vollständig er... die Fähigkeit erhält, eine größere Reihe von Tönen
Nachtheil ... sie noch, wenn sie rasch auf einander folgen, wechselsei
eignet sich ... Eine bedeutendere Anspannung des Paukenfelles wir
und der ... tieferer Töne unmöglich machen. Wächst die Stärke und die
kenfell... Töne gleichzeitig, so rückt auch die Grenze der Wahrnehmbarkeit
zu ... hinaus.
de ...

Die in den Gehörknöchelchen hinlaufenden Erschütterungen th
398 ... sich so sehr als möglich der Luft, welche die Paukenhöhle einschließt,
Größere Gehörknöchelchen müssen in dieser Hinsicht eine ausgede
Uebertragungsfläche darbieten.

3993 Es erhellt aus den Erfahrungen von Savart und Chladni
eine Saite, eine elastische Haut oder eine Platte, die in Querschwing
verfällt, einen in ihrer Richtung verlaufenden Körper ebenfalls in
einen anderen dagegen, der auf ihr senkrecht steht, in Längenschwin
versetzt. Wiederholt sich diese gegenseitige Anordnung mehrere M
kehrt auch das gleiche Gesetz immer von Neuem wieder. Die a
Richtung der Ausweichungen erhält sich trotz dieser Verschiedenheit

3994 Die Gehörknöchelchen knicken sich wechselseitig unter bestimmte
keln ein (Fig. 334.). Obgleich sich der tiefere Grund ihrer gegen
Stellung eben so wenig, als die Ursache ihrer eigenthümlichen Fo
die Bestimmung der meisten an sie gehefteten Weichgebilde erkläre
so kann man doch aus dem eben erwähnten akustischen Gesetze sc
daß die von außen nach innen gerichteten Bebungen des Tromm
als Längenschwingungen in den Schenkeln des Steigbügels auftre
in dieser ihrer Richtung auf die Flüssigkeit des Vorhofes wirke
Haut des eirunden Loches und der Fußtritt des Steigbügels ode
Theil überhaupt erzittern, wie das Paukenfell in Bahnen, die im
meinen von außen nach innen gerichtet sind.

Der Verlust der Gehörknöchelchen hat nicht nothwendiger Weise völlige
zur Folge. Man findet sogar Angaben, nach denen sich das Gehör trotz des

men erhalten haben soll [1]). Eine genauere akustische Prüfung sol- noch gänzlich.

und Eustachische Trompete. — Der Luft- 3995
nn dreierlei Bestimmungen erfüllen. Er isolirt
Gehörknöchelchen, pflanzt selbstständig Wellen
d verstärkt die Tönung auf dem Wege der
: in sich abgeschlossen gewesen, so würde
und für ihren Temperaturgrad mit Wasser-
stärkere Spannung, als die Luft des äußeren
haben. Der offene Seitencanal, den wir unter dem
schen Trompete kennen, verhütet diesen Uebelstand. Der
lei verschiedenen Gase kann sich durch diese Nebenmündung

sich, daß sich ein Theil der Schallwellen durch die Gehör- 3996
in anderer durch die Luft der Trommelhöhle fortpflanzt,
ahrscheinlich beide durch ihren Klang unterscheiden, weil
Wellen fester und die andere von Schwingungen elastisch
errührt. Die Erschütterungen der Luft der Paukenhöhle
n geringem Grade den begrenzenden festen Wänden, in
dagegen der Haut des eirunden Loches und vor Allem
elfell mittheilen. Die Schwingungen, welche die Reihe
chen durchlaufen, pflanzen sich auf die Flüssigkeiten des
ärkerem Maaße, als die, welche von der Luft der Trom-
: Haut des runden Loches herrühren, fort [2]).
nicht mit Bestimmtheit angeben, worin der Nutzen die- 3997
bertragung besteht und ob wir überhaupt nur die eine
oder beide zugleich vernehmen. Die schon früher erläu-
se des Trommelfelles können zu der Vermuthung führen,
öchelchen allein die Uebertragung vieler Tonarten ver-
aber Doppelwellen die Labyrinthflüssigkeit treffen, so
daß sie sich unter günstigen Bedingungen wechselseitig
n Stande wären. Die Unterschiede der Fortpflanzungs-
der mannichfachen Zwischenleiter dürfte bei der Kürze
Betracht kommen.

lhöhle mit Schleim oder mit anderen dichten Körpern verstopft, so
as Gehör in beträchtlichem Grade. Die Kranken können oft selbst
ißere Luft mitgetheilte Wellen nicht auffassen. Die Menge oder die
rembartigen Festgebilde, welche in der Paukenhöhle abgesetzt sind,
esentlich zu bestimmen [3]) (§. 4002.). Reinigt man den Raum durch
Luft, so kehrt nicht selten das Gehör von Neuem wieder.

äume des Zitzenfortsatzes, welche mit der Paukenhöhle 3998
dungsöffnung zusammenhängen, scheinen als Resonanz-

1 cke's Sammlung etc. Heft I. Leipzig, 1836. 8. S. 179. Vergl.
190.
a. a. O. S. 443. 444.
O. S. 241. 242.

derum lebhaftere Bewegungen der mittönenden Haut. Diese selbst erklingt aber nicht in dem tiefen anregenden, sondern in ihrem eigenen Tone.

Es ließe sich hiernach erwarten, daß bloß eine beschränkte Zahl von Tönen mit größter Deutlichkeit durch Vermittelung des Trommelfells wahrgenommen werden könnte. Die Erfahrung lehrt aber, daß dieses nicht der Fall ist. Wir werden später sehen, daß unser Gehörorgan wenigstens 11 bis 12 Octaven zu vernehmen vermag.

Die Untersuchungen, welche Seebeck über das Mittönen der Luft angestellt hat, weisen nach, daß der Einfluß, den die Höhe des anregenden Tones ausübt, um so mehr in den Hintergrund tritt, je größeren Widerstand das zweite, hinter dem mitklingenden Körper befindliche Mittel zu leisten im Stande ist. Eine auf diese Weise mitschwingende Membran erreicht auch um so eher ihren Beharrungszustand, bei welchem ihre Schwingungen dem des anregenden Körpers isochron werden. Denkt man dieses auf das durch die Gehörknöchelchen mit dem Labyrinthe verbundene Trommelfell über, so kann man annehmen, daß das Ohr dieser Weise die Fähigkeit erhält, eine größere Reihe von Tönen aufzufassen und sie noch, wenn sie rasch auf einander folgen, wechselseitig unterscheiden. Eine bedeutendere Anspannung des Paukenfelles würde das Hören tieferer Töne unmöglich machen. Wächst die Stärke und Höhe der Töne gleichzeitig, so rückt auch die Grenze der Wahrnehmbarkeit weiter hinaus.

3992 Die in den Gehörknöchelchen hinlaufenden Erschütterungen theilen sich so sehr als möglich der Luft, welche die Paukenhöhle einschließt, mit. Größere Gehörknöchelchen müssen in dieser Hinsicht eine ausgedehntere Uebertragungsfläche darbieten.

3993 Es erhellt aus den Erfahrungen von Savart und Chladni, daß eine Saite, eine elastische Haut oder eine Platte, die in Querschwingungen verfällt, einen in ihrer Richtung verlaufenden Körper ebenfalls in gleiche einen anderen dagegen, der auf ihr senkrecht steht, in Längenschwingungen versetzt. Wiederholt sich diese gegenseitige Anordnung mehrere Male, kehrt auch das gleiche Gesetz immer von Neuem wieder. Die absolute Richtung der Ausweichungen erhält sich trotz dieser Verschiedenheiten.

3994 Die Gehörknöchelchen knicken sich wechselseitig unter bestimmten Winkeln ein (Fig. 334.). Obgleich sich der tiefere Grund ihrer gegenseitigen Stellung eben so wenig, als die Ursache ihrer eigenthümlichen Form und die Bestimmung der meisten an sie gehefteten Weichgebilde erklären lassen, so kann man doch aus dem eben erwähnten akustischen Gesetze schließen, daß die von außen nach innen gerichteten Bebungen des Trommelfelles als Längenschwingungen in den Schenkeln des Steigbügels auftreten und in dieser ihrer Richtung auf die Flüssigkeit des Vorhofes wirken. Die Haut des cirunden Loches und der Fußtritt des Steigbügels oder dieser Theil überhaupt erzittern, wie das Paukenfell in Bahnen, die im Allgemeinen von außen nach innen gerichtet sind.

Der Verlust der Gehörknöchelchen hat nicht nothwendiger Weise völlige Taubheit zur Folge. Man findet sogar Angaben, nach denen sich das Gehör trotz des Man-

heile vollkommen erhalten haben soll [1]). Eine genauere akustische Prüfung sol-
le mangelt aber noch gänzlich.

Trommelhöhle und Eustachische Trompete. — Der Luft- 3995
der Paukenhöhle kann dreierlei Bestimmungen erfüllen. Er isolirt
Trommelfell und die Gehörknöchelchen, pflanzt selbstständig Wellen
em inneren Ohre fort und verstärkt die Tönung auf dem Wege der
ng. Wäre die Paukenhöhle in sich abgeschlossen gewesen, so würde
s, das höher erwärmt und für ihren Temperaturgrad mit Wasser-
gesättigt ist, eine stärkere Spannung, als die Luft des äußeren
nges besessen haben. Der offene Seitencanal, den wir unter dem
der Eustachischen Trompete kennen, verhütet diesen Uebelstand. Der
er beiderlei verschiedenen Gase kann sich durch diese Nebenmündung
en.

kt man sich, daß sich ein Theil der Schallwellen durch die Gehör- 3996
en und ein anderer durch die Luft der Trommelhöhle fortpflanzt,
n sich wahrscheinlich beide durch ihren Klang unterscheiden, weil
Art von Wellen fester und die andere von Schwingungen elastisch
Stoffe herrührt. Die Erschütterungen der Luft der Paukenhöhle
sich nur in geringem Grade den begrenzenden festen Wänden, in
n Maaße dagegen der Haut des eirunden Loches und vor Allem
ebentrommelfell mittheilen. Die Schwingungen, welche die Reihe
hörknöchelchen durchlaufen, pflanzen sich auf die Flüssigkeiten des
nthes in stärkerem Maaße, als die, welche von der Luft der Trom-
hle und der Haut des runden Loches herrühren, fort [2]).

s läßt sich nicht mit Bestimmtheit angeben, worin der Nutzen die- 3997
ppelten Uebertragung besteht und ob wir überhaupt nur die eine
r Wellen oder beide zugleich vernehmen. Die schon früher erläu-
Verhältnisse des Trommelfelles können zu der Vermuthung führen,
e Gehörknöchelchen allein die Uebertragung vieler Tonarten ver-
Sollten aber Doppelwellen die Labyrinthflüssigkeit treffen, so
denkbar, daß sie sich unter günstigen Bedingungen wechselseitig
rstützen im Stande wären. Die Unterschiede der Fortpflanzungs-
digkeiten der mannichfachen Zwischenleiter dürfte bei der Kürze
n kaum in Betracht kommen.

ie Trommelhöhle mit Schleim oder mit anderen dichten Körpern verstopft, so
der Regel das Gehör in beträchtlichem Grade. Die Kranken können oft selbst
urch die äußere Luft mitgetheilte Wellen nicht auffassen. Die Menge oder die
heit der fremdartigen Festgebilde, welche in der Paukenhöhle abgesetzt sind,
n Erfolg wesentlich zu bestimmen [3]) (§. 4002.). Reinigt man den Raum durch
eiben von Luft, so kehrt nicht selten das Gehör von Neuem wieder.

e Zellenräume des Zitzenfortsatzes, welche mit der Paukenhöhle 3998
e Verbindungsöffnung zusammenhängen, scheinen als Resonanz-

Iff, in Lincke's Sammlung etc. Heft I. Leipzig, 1836. 8. S. 179. Vergl.
Heft 3. S. 190.
. Müller, a. a. O. S. 443. 444.
mer, a. a. O. S. 241. 242.

werkzeuge zu wirken. Da sie sich erst gegen das Jünglingsalter dig entwickeln, so läßt sich schließen, daß ihr Nutzen eine m geordnete Bedeutung besitzt. Sind sie mit fremdartigen Mas so soll das Gehör in merklicher Weise leiden. Die Anbohrung zenfortsatzes und die Entfernung der fremdartigen Körper ist geblich im Stande, die Regelwidrigkeit der Tonauffassung zu be

3999 Die Eustachische Trompete bildet ein an ihren beiden Enden Rohr, welches die Trommelhöhle mit dem Schlundkopfe verbin Lefzen ihrer Rachenmündung liegen nicht selten in der Leich einander. Es ist möglich, daß der Gaumenheber (Levator palat und vorzüglich der Gaumenspanner (Tensor palati) den Ausgan weitern im Stande sind.

4000 Schleimige Massen und andere Stoffe können durch den Ac den die Trompete herstellt, in die Schlundkopfhöhle abfließen. W auch schon §. 3995. gesehen, daß sich die Luftsäulen, welche de melfell von beiden Seiten umgeben, auf diesem Wege in's Gle setzen. Das Flimmerepithelium, welches die Eustachische Röhre wird eine fortwährende Bewegung der benachbarten flüssigen u förmigen Stoffe unterhalten. Man kennt aber seine wahre Be in diesen Theilen eben so wenig, als in den meisten andern gebilden.

4001 Ist die Eustachische Trompete mit fremdartigen Massen ver leidet das Gehör in merklichem Grade. Jeder Katarrh, der die haut der Tube befällt, kann schon nachtheilig wirken. Die Ä bemühen sich daher häufig, diesen Nebengang auf dem Wege de terismus oder durch die künstliche Erweiterung des Canales wi zustellen. Man benutzt ihn nicht selten, um Luft, Wasser, Aeth und andere Heilmittel in das mittlere Ohr einzutreiben. Gelingt mehr, die Eustachische Röhre durchgängig zu machen, so versu bisweilen, einen anderen künstlichen Ausgang anzulegen. Man h dann die Anbohrung des Zitzenfortsatzes und selbst die Durchlöch Trommelfelles vorgeschlagen.

4002 So häufig man auch die Unwegsamkeit der Eustachischen R behandelte, so liefern doch die bis jetzt vorliegenden ärztlichen E gen keinen sicheren Anhaltpunkt für die akustische Bedeutung die bildes. Kramer [1]) giebt sogar an, daß die bloße Wiederherstel Durchgangscanales die Taubheit nicht heilt, die Entfernung d mäßigen Schleimmassen dagegen das Uebel beseitigt. Diese T scheint anzudeuten, daß die dichten, regelwidrig in der Trommelh gelagerten Körper die Wellen der Gehörknöchelchen zu sehr ablei die Schwerhörigkeit auf diese Weise herbeiführen.

4003 Keine der Vermuthungen [2]), welche die Physiologie über de

---

[1]) Kramer, a. a. O. S. 243.

[2]) Eine ausführliche Zusammenstellung derselben, der Gründe und Gegengr sich bei Lincke, a. a. O. Bd. I. S. 483 — 505.

der Eustachischen Trompete aufgestellt hat, fußt auf sicher beweisenden Thatsachen. Die meisten Hypothesen erklären es nicht, weshalb ein eigenthümliches, gekrümmtes, aus Faserknorpel und Knochenmasse bestehendes Ohr mit enger Ausgangsmündung und keine einfache Oeffnung vorhanden ist.

Einzelne Forscher glaubten, daß eine vollkommen abgeschlossene Pau- 4004
kenhöhle die Schwingungen unmöglich machen würde. Die physikalischen Sätze unterstützen diese Ansicht keineswegs. Die Wellen könnten verengend und verdünnend fortschreiten, ohne daß ein Nebenraum für das Ausweichen nöthig wäre.

Einzelne Beobachter stützten sich auf die Thatsache, daß das Gas der 4005
durch geöffneten Trommelhöhle eine andere chemische Beschaffenheit als die Luft des äußeren Gehörganges darbieten müßte. Enthielte sie Kohlensäure, so würde hierdurch die Tönung gedämpft. Die Auffassung der Thatsache litte unter diesen Verhältnissen. Man kann aber mit Recht bezweifeln, ob diese Folgerung an und für sich nöthig ist, ob geringe Beimischungen von Kohlensäure diesen Einfluß ausüben und ob die Anwesenheit der Eustachischen Trompete eine solche Veränderung des Gases der Paukenhöhle zu verhüten im Stande wäre.

Da die Tube ein offenes Seitenrohr der Paukenhöhle bildet, so hat 4006
man auch angenommen, daß sie zu starke Luftwellen der Trommelhöhle theilweise ableitet und den Eindruck, der die Haut des runden Fensters trifft, mildern hilft. Wollte man auch diese noch zu beweisende Thatsache zugeben, so würde doch durch sie wenig gewonnen werden, weil die Gehörknöchelchen die Erschütterungen dem Vorhofe mittheilen.

Viele Schriftsteller haben die Vermuthung ausgesprochen, daß die 4007
Trompete die Schallwellen, welche die Luft der Rachenhöhle bildet, der Trommelhöhle zuleitet. Die Gegner dieser Meinung stützen sich auf die Thatsache, daß eine tönende Stimmgabel oder der Schlag einer Uhr, die man frei im Munde hält, gar nicht gehört oder nur schwach vernommen wird. Ist es auch unmöglich, eine sichere Beweiskraft dieser Erscheinung zuzuerkennen, so sprechen doch nicht die Lage und der Verlauf der Trompete, ihre enge, leicht verschließbare Mündung und die halbfeste Beschaffenheit ihrer Wände zu Gunsten jener Vorstellung [1]). Die Betrachtung der Verhältnisse des runden Fensters wird uns in der Folge noch andere Gegenbeweise liefern.

Dasselbe gilt von der Annahme, daß wir die Laute unserer eigenen 4008
Stimme auf diesem Wege vernehmen. Zeugen schon die eben angeführten Gründe gegen diese Vermuthung, so können sich überdies die Wellen, welche das Zungenwerk des Stimmwerkzeuges anregt, durch die Festgebilde des Kopfes den inneren Stücken der Gehörwerkzeuge mittheilen. Man führt allerdings an, daß Taube, die kein lautes Geräusch und keine Sprache eines Anderen aufzufassen im Stande waren, ihre eigene Rede

[1]) E. H. Weber, De pulsu, resorptione, auditu et tactu. Lipsiae 1834. 4. p. 43. 44. Lincke, a. a. O. Bd. I. S. 501 — 503. Joh. Müller, a. a. O. S. 449. 450.

zu vernehmen angaben. Nehmen wir aber auch an, daß diese Thatsache auf keiner psychologischen Täuschung beruhte, so beweist sie noch nicht die Fortleitung von Luftwellen durch die Eustachische Trompete. Verschließt man die Tubenöffnungen bei dem tiefen Einathmen oder füllt man die Trommelhöhle mit viel Luft bei starkem Ausathmen, so hört man in beiden Fällen noch die eigenen Stimmtöne. Der Unterschied ist nicht so groß, daß sich die Richtigkeit jener Ansicht auf diesem Wege begründen ließe.

4009 Manche neuere Forscher suchten den Nutzen der Trompete in der Verstärkung der Resonanz. Henle verglich ihre Oeffnung mit den Löchern des Resonanzbodens einer Geige. Wie diese es möglich machen, daß die Luft gleichzeitig mitschwingt und daß der Ton klangvoller und stärker ausfällt, so könnten die Gase der Trompete, der Mund- und der Nasenhöhle ähnliche Vortheile darbieten. Joh. Müller[1]) neigt sich ebenfalls zu dieser Vermuthung nach akustischen Versuchen. Ließ er eine Stimmgabel über einer Röhre schwingen, so schien sich der Ton zu verstärken, sobald eine kleine Oeffnung zu einer längeren Seitenröhre überführte.

4010 Es fragt sich endlich noch, ob nicht die mit Luft gefüllte Eustachische Trompete einen eigenen Nebenton durch selbstständige Schwingungen zu erzeugen im Stande ist. Fr. Nasse[2]) macht darauf aufmerksam, daß das unmusikalische Gehör vieler Menschen davon herrühren kann, daß ein Nebenton die scharfe Auffassung des Haupttones stört. Leidet ein Mensch, der sonst die einzelnen Töne genau unterscheidet, an Schnupfen, so stellt sich nicht selten eine ähnliche Störung ein. Da die Form und das Faserknorpelgewebe der Tube in verschiedenen Menschen wechseln, so können diese Wirkungen in den einzelnen Personen mannichfach abweichen.

4011 Labyrinth. — Zwei Oeffnungen, das eirunde und das runde Loch, verbinden die Trommelhöhle mit dem Labyrinthe. Jenes führt zunächst zu dem Vorhofe und dieses zu der Paukentreppe der Schnecke. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Wellen, welche die Reihe der Gehörknöchelchen durchsetzt haben, durch das eirunde Loch weiter dringen. Man hat dagegen sehr verschiedenartige Rollen dem Nebentrommelfell, welches das runde Fenster ausfüllt, zugeschrieben.

4012 Die früheren Forscher stellten sich vor, daß die Luftwellen der Paukenhöhle von dem Nebentrommelfell aufgenommen und dem Labyrinthwasser mitgetheilt werden. Die meisten setzten hierbei voraus, daß eine und dieselbe Schwingungsreihe des Paukenfelles einen doppelten Zug von Schallwellen erzeugt. Der der festen Gehörknöchelchen dringe durch das eirunde und der der gasförmigen durch das runde Fenster vor. Das Nebentrommelfell könne sogar hierbei unter gewissen Verhältnissen in stärkerem Maaße angespannt werden. Zieht sich nämlich der Steigbügelmuskel gleichzeitig zusammen, so dringe der Hintertheil des Fußtrittes tiefer in das

---

[1]) Joh. Müller, a. a. O. S. 446.
[2]) Fr. Nasse, in Griesinger's medicinischer Sechswochenschrift. Bd. VI. Stuttgart, 1847. 8. S. 447 — 449.

Fenster und drückt auf das Labyrinthwasser. Die Pressung pflanzt die Flüssigkeit des Vorhofes und von da auf die der Schnecken- fort. Eine stärkere Spannung des Trommelfelles folgt diesen Ver- gen [1]).

an hat die verschiedensten Ansichten über den Einfluß, welchen die 4013
len der Paukenhöhle auf das Hören ausüben, aufgestellt. Einzelne, evianus, betrachteten sie als die wesentlichsten Vermittler der findung. Die Gehörknöchelchen sollten nur für die Veränderungen yrinthwassers bestimmt sein. Fast alle neueren Forscher haben sich cht gegen diese Vorstellung ausgesprochen. Manche, wie Hyrtl [2]), sogar zu zeigen, daß die Stellung des Nebentrommelfelles darauf et, daß diese Haut so wenig als möglich von den Gaswellen der elhöhle berührt wird.

d. Weber [3]) betrachtet das runde Fenster als eine Art von Gegen- 4014
, die das Ausweichen des Labyrinthwassers möglich macht. Fehlte müßte die Flüssigkeit zusammengedrückt werden, eine Wirkung, die wachen Stößen des Steigbügels unmöglich ist. Das nachgiebige rommelfell vermag dagegen die nöthige Aushilfe zu verschaffen. Es it dem Steigbügel synchronisch schwingen. Es werden auf diese die Beugungswellen der Labyrinthflüssigkeit möglich gemacht. Manche Forscher schrieben eine ähnliche Bestimmung den sogenannten Wasser- n zu. Diese bilden aber nur Durchgangskanäle, die zur Aufnahme utadern bestimmt sind.

ie häutigen Theile des Vorhofes, der Ampullen und der halbcirkel- 4015
n Kanäle enthalten die Glasfeuchtigkeit oder die Endolymphe des thes. Die seröse Perilymphe trennt jene Gebilde von der sie ein- nden Knochenmasse. Sie füllt noch die Räume, welche die Schne- pen übrig lassen, aus. Die Wände des häutigen Labyrinthes be- berdies eine gewisse Steifheit. Sie fallen daher nicht, wie weichere nach der Entleerung ihres Inhaltes zusammen.

an kann sich diese Einrichtung aus mehrfachen Gründen begreiflich 4016
. Die Dichtigkeit der Flüssigkeiten, welche den Hörnerven in dem fe und den Ampullen unmittelbar und an den Schneckentreppen ar umspülen, nähert sich dem des Inhaltes der Nervenfasern. Die ngungen können sich deshalb wahrscheinlich vollkommener und gleich- er mittheilen. Sie schützen zugleich die Nervenmasse vor schädlichen kungen, gestatten ihr eine freiere Ausbreitung, pflanzen die Stöße fort und machen eine gleichförmigere Vertheilung des Druckes mög- Die starreren Wände des häutigen Labyrinthes eignen sich wahr- ich in höherem Grade, die Wellen aufzunehmen, synchronisch mit- ingen und die Tönung selbst durch Resonanz zu verstärken.

---

r. Arnold, a. a. O. Bd. II. Abth. II. S. 599.

Hyrtl, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan r Menschen und der Säugethiere. Prag, 1845. 4. S. 50.

iehe R. Wagner's Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig, 845. 8. S. 367. 368.

4017 Die Erschütterungen des Steigbügels [illegible] wähnten Flüssigkeiten und dem häutigen Lab[illegible] muthlich mit mehr Kraft auf diejenigen Faser[illegible] dem Vorhofe und den Ampullen, als auf di[illegible] verbreiten. Der Rhythmus der Stöße [illegible] die lebendige Kraft derselben die Wahr[illegible] stimmen. Man kennt dagegen noch n[illegible] Auffassung des Klanges abhängt. [illegible] Säcke des Vorhofes und die Uneb[illegible] sich noch am ehesten vermuthen, [illegible] gen des Hörnerven unter aller[illegible] ster Stärke zuleiteten.

Vergleichend-anatomische [illegible] keit unmittelbar umgeben kön[illegible] gen. Der Gehörstein der [illegible] deckung. Ecker [1]) fand [illegible] cirkelförmigen Kanälen [illegible] [illegible] zu füh[illegible] [illegible] einer Uhr, [illegible] es schwach, so wie [illegible] Unterkiefers lege. Berührt [illegible] nackten Stellen der Stirn-, [illegible] sere Vortheile. Mit Haaren bed[illegible] [illegible] sich ungünstiger. Dichte Muskelma[illegible]

4018 Die Krystall[illegible] und die Gehör[illegible] scheinlich die [illegible] gebreiteten [illegible] kleine Stei[illegible] festen Kö[illegible] Stöße [illegible] erklär[illegible] Hör[illegible] [illegible] das Picken noch sehr deutlich, wenn [illegible] drücke [2]). Weicht die Feinheit der [illegible] auch in dieser Hinsicht die beiden Seiten des [illegible] Uhr an eine der genannten Stellen des Kopfes unter [illegible] so kommt es mir vor, als wenn ich den Schlag [illegible] bei offenen als bei verstopften Ohren hörte. Sollte [illegible] günstigere Verhältnisse, als eine doppelte, durch Luft und [illegible] kann sich leicht überzeugen, daß der Ton eines musikalischen [illegible] so wie man es mit einem zwischen den Zähnen festgehaltenen [illegible] Manche Taube bedienen sich dieses Mittels, um die Töne Anderer [illegible] Die stärkeren Erschütterungen der festen Körper übernehmen hier [illegible]

4019 [illegible] E. H. Weber [3]) vermuthete, daß wir unsere eigene Stimme durch die [illegible] und daher wahrscheinlich durch die Schnecke hören. Verstopfte er sich [illegible] so hörte er durch dieses seinen Gesang besser, als durch das offene Gehör[illegible] [illegible] und ich können dieses nicht wahrnehmen. Unsere eigene Sprache klingt [illegible] geschlossenen Ohren schwächer, als sonst.

[illegible] Das Schraubenblatt hat offenbar den Nebenzweck, die Oberfläche, [illegible] der sich die Endgeflechte dieses Theiles des Hörnerven verbreiten, zu ver[illegible] größern. Die Länge der hier angebrachten Fasern wird mit der Breite, und die Zahl derselben mit der Ausdehnung oder der Menge der Win[illegible] dungen jenes Blattes zunehmen. Eine jede Erschütterung kann sich unter diesem Verhältnisse einer größeren Reihe von Fasern leicht mittheilen.

4027 Es läßt sich noch nicht mit Bestimmtheit entscheiden, ob ein Stoß, [illegible] eine einzelne Stelle des Schraubenblattes trifft, längs desselben ablä[illegible] und auf diese Weise die Zeitgröße des Eindruckes verlängert, ob mith[illegible]

[1]) F. H. Weber, a. a. O. p. 25 — 47.
[2]) Vergl. Chladni, Akustik. Leipzig. 1802. 4. S. 286. Arnold', a. a. O. S. 61[illegible]
[3]) F. H. Weber, a. a. O. pag. 43.
[4]) [illegible], a. a. O. Bd. I. S. 526.

uch die halbcirkelförmigen Kanäle möglicher Weise
eln, in der Schnecke zu Stande kommt. Berück-
aren Zuſammenhang, in dem das Schrauben-
eſtgebilden ſteht, ſo läßt ſich eher annehmen,
henen Bahn nicht folgen, ſondern ſich all-
verbreiten.
den ſich die Erſchütterungen in der 4028
Mitteln von geringerer Dichtig-
unkten gleichzeitig oder in we-
man aber die verhältniß-
dieſem Theile des inneren Ohres
rmuthen, daß die Schnecke die Ein-
ahrnehmbarkeit ſichert Es läßt ſich da-
andere Vortheile aus jenen Verhältniſſen

, welche die Kopfknochen durchſetzen, müſſen zwar 4029
en treffen; es unterliegt aber kaum einem Zweifel,
ungen des Labyrinthwaſſers auf das Schraubenblatt
durch die Reſonanz deſſelben verſtärkt werden kön-
r wenigſtens für jetzt annehmen, daß ein und der-
Vorhof und die Schnecke zugleich aufgefaßt zu wer-
dieſe nicht ausſchließlich für die Wellen der Kopf-
Wir wiſſen aber nicht, ob wir nur eine Wirkung
n oder ob wir beide zu einem mittleren Eindrucke

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß eine vollſtändige Lähmung des
ich zieht. Es fragt ſich dagegen, ob einer ſeiner beiden Haupt-
ohne daß die Gehörempfindung verloren geht. Man hat an-
ſtörung des Schneckenaſtes allein die Wahrnehmung der Töne
Zweig nicht bloß die Schnecke, ſondern auch das runde Säck-
, ſo muß dann auch die Thätigkeit des weichen Labyrinthes
ſein. Künftige Erfahrungen werden überhaupt noch näher
Anſicht entſcheiden müſſen.
eiden des Gehörorgans, in denen ſich keine Entartungen des
es nachweiſen laſſen, dem Hörnerven ſelbſt zu. Da aber ge-
le des mittleren und inneren Ohres keiner genaueren Unter-
ſen werden können, ſo bleiben die meiſten dieſer Beſtimmun-
ifelhaft.
ie gewöhnlichen Geräuſche und Töne, die keine außerordent-
n hervorrufen, einzelne Kranke übermäßig aufregen. Man
ter regelwidrigen Empfänglichkeit des Hörnerven herzuleiten.
: Entzündung einzelner Theile des Ohres und ſelbſt nur die
elfelles dieſen Uebelſtand nach ſich ziehen können, ſo müſſen
daß ſich jener Satz nicht in allen Fällen bewährt.
idrige Zuſtände laſſen ſich für jetzt gar nicht erklären. Es er-
öhnliche Geräuſche nicht hören, muſikaliſche Töne dagegen be-
önnen einer Muſik, nicht aber der Sprache eines Menſchen

s des sciences naturelles. Tome XXVI. Paris, 1832. 8. p. 59.

4025 Dieser Unterschied führte E. H. Weber [1]) zu der Vermuthung, daß wir die Schallwellen, welche die festen Theile des Schädels durchdringen, vor Allem mittelst der Schnecke auffassen. Die harte und zusammenhängende Masse des Felsenbeines kann die Uebertragung der Schwingungen begünstigen. Es ist möglich, daß die passenderen Verhältnisse der Schnecke die Wahrnehmung leiserer Schwingungen der Art, welche der Vorhof und die Ampullen nicht mehr auffassen, zu sichern im Stande sind.

Man kann sich von den Vortheilen, welche die durch die Kopfknochen vermittelte Leitung gewährt, leicht überzeugen. Legen wir eine Uhr an die Stirnhaut, so wird ihr Schlag deutlicher und klangvoller, als unter gewöhnlichen Verhältnissen vernommen. Vergleicht man die einzelnen Stellen des Kopfes unter einander, so sieht man, daß sie sich in dieser Beziehung in sehr ungleicher Weise verhalten. Verschiedene Personen scheinen hier zu manchen untergeordneten Abweichungen zu führen. Verstopfe ich meine Ohren mit gekautem Papier, so daß ich das Picken einer Uhr, die dem Ohre nahe gehalten wird, gar nicht vernehme, so höre ich es schwach, so wie ich das Uhrglas an die Zähne oder den aufsteigenden Ast des Unterkiefers lege. Berührt es die Oberkieferzähne, so verstärkt sich die Tönung. Die nackten Stellen der Stirn-, der Scheitel- oder der Schläfenhaut gewähren noch größere Vortheile. Mit Haaren bedeckte Theile, Gebilde, die viel Fett besitzen, verhalten sich ungünstiger. Dichte Muskelmassen scheinen weniger zu stören. Ich höre wenigstens das Picken noch sehr deutlich, wenn ich die Uhr an die oberste Gegend des Nackens drücke [2]). Weicht die Feinheit der Empfindung an beiden Ohren ab, so können auch in dieser Hinsicht die beiden Seiten des Kopfes Unterschiede darbieten.

Lege ich die Uhr an eine der genannten Stellen des Kopfes unter den gewöhnlichen Verhältnissen an, so kommt es mir vor, als wenn ich den Schlag weniger stark und minder klangvoll bei offenen als bei verstopften Ohren hörte. Sollte vielleicht eine einseitige Leitung günstigere Verhältnisse, als eine doppelte, durch Luft und Festgebilde darbieten?

Man kann sich leicht überzeugen, daß der Ton eines musikalischen Instruments stärker klingt, so wie man es mit einem zwischen den Zähnen festgehaltenen Stabe berührt. Manche Taube bedienen sich dieses Mittels, um die Töne Anderer besser aufzufassen. Die stärkeren Erschütterungen der festen Körper übernehmen hier die Hauptrolle.

E. H. Weber [3]) vermuthete, daß wir unsere eigene Stimme durch die Kopfknochen und daher wahrscheinlich durch die Schnecke hören. Verstopfte er sich das eine Ohr, so hörte er durch dieses seinen Gesang besser, als durch das offene Gehörwerkzeug. Lincke [4]) und ich können dieses nicht wahrnehmen. Unsere eigene Sprache klingt uns bei geschlossenen Ohren schwächer, als sonst.

4026 Das Schraubenblatt hat offenbar den Nebenzweck, die Oberfläche, an der sich die Endgeflechte dieses Theiles des Hörnerven verbreiten, zu vergrößern. Die Länge der hier angebrachten Fasern wird mit der Breite, und die Zahl derselben mit der Ausdehnung oder der Menge der Windungen jenes Blattes zunehmen. Eine jede Erschütterung kann sich unter diesem Verhältnisse einer größeren Reihe von Fasern leicht mittheilen.

4027 Es läßt sich noch nicht mit Bestimmtheit entscheiden, ob ein Stoß, der eine einzelne Stelle des Schraubenblattes trifft, längs desselben abläuft und auf diese Weise die Zeitgröße des Eindruckes verlängert, ob mithin

---

[1]) E. H. Weber, a. a. O. p. 25 — 47.
[2]) Vergl. Chladni, Akustik. Leipzig, 1802. 4. S. 286. Arnold, a. a. O. S. 615.
[3]) E. H. Weber, a. a. O. pag. 43.
[4]) Lincke, a. a. O. Bd. I. S. 526.

eine Wirkung, wie sie auch die halbcirkelförmigen Kanäle möglicher Weise für den Vorhof vermitteln, in der Schnecke zu Stande kommt. Berücksichtigt man den unmittelbaren Zusammenhang, in dem das Schraubenblatt mit den benachbarten Festgebilden steht, so läßt sich eher annehmen, daß die Wellen jener vorgeschriebenen Bahn nicht folgen, sondern sich allseitiger nach verschiedenen Punkten verbreiten.

Dem sei, wie ihm wolle, so werden sich die Erschütterungen in der 4028
festen Masse der Schnecke rascher, als in Mitteln von geringerer Dichtigkeit verbreiten und eine große Reihe von Punkten gleichzeitig oder in wenigen Augenblicken durchsetzen. Berücksichtigt man aber die verhältnißmäßig große Zahl von Fasern, die sich in diesem Theile des inneren Ohres ausbreitet, so kann man mit Recht vermuthen, daß die Schnecke die Eindrücke vervielfältigt und deren Wahrnehmbarkeit sichert Es läßt sich dagegen nicht angeben, welche andere Vortheile aus jenen Verhältnissen hervorgehen.

Die Schallwellen, welche die Kopfknochen durchsetzen, müssen zwar 4029
die Schnecke am stärksten treffen; es unterliegt aber kaum einem Zweifel, daß auch die Schwingungen des Labyrinthwassers auf das Schraubenblatt übertragen und sogar durch die Resonanz desselben verstärkt werden können. Man muß daher wenigstens für jetzt annehmen, daß ein und derselbe Ton durch den Vorhof und die Schnecke zugleich aufgefaßt zu werden vermag und daß diese nicht ausschließlich für die Wellen der Kopfknochen bestimmt ist. Wir wissen aber nicht, ob wir nur eine Wirkung der Art geistig auffassen oder ob wir beide zu einem mittleren Eindrucke zu verbinden pflegen.

Gehörleiden. — Es versteht sich von selbst, daß eine vollständige Lähmung des Hörnerven Taubheit nach sich zieht. Es fragt sich dagegen, ob einer seiner beiden Hauptäste unthätig werden kann, ohne daß die Gehörempfindung verloren geht. Man hat angenommen [1]), daß die Zerstörung des Schneckenastes allein die Wahrnehmung der Töne nicht beseitigt. Da dieser Zweig nicht bloß die Schnecke, sondern auch das runde Säckchen des Vorhofes versorgt, so muß dann auch die Thätigkeit des weichen Labyrinthes wenigstens theilweise gestört sein. Künftige Erfahrungen werden überhaupt noch näher über die Richtigkeit jener Ansicht entscheiden müssen.

Man schreibt häufig Leiden des Gehörorgans, in denen sich keine Entartungen des äußeren und mittleren Ohres nachweisen lassen, dem Hörnerven selbst zu. Da aber gerade die wesentlichsten Theile des mittleren und inneren Ohres keiner genaueren Untersuchung im Leben unterworfen werden können, so bleiben die meisten dieser Bestimmungen im höchsten Grade zweifelhaft.

Es kommt vor, daß die gewöhnlichen Geräusche und Töne, die keine außerordentliche Wirkung in Gesunden hervorrufen, einzelne Kranke übermäßig aufregen. Man legt dieses Leiden aus einer regelwidrigen Empfänglichkeit des Hörnerven herzuleiten. Bedenken wir aber, daß die Entzündung einzelner Theile des Ohres und selbst nur die Durchbohrung des Trommelfelles diesen Uebelstand nach sich ziehen können, so müssen wir wenigstens annehmen, daß sich jener Satz nicht in allen Fällen bewährt.

Manche andere regelwidrige Zustände lassen sich für jetzt gar nicht erklären. Es ereignet sich, daß Kranke gewöhnliche Geräusche nicht hören, musikalische Töne dagegen befriedigend auffassen. Sie können einer Musik, nicht aber der Sprache eines Menschen

[1]) Esser in den Annales des sciences naturelles. Tome XXVI. Paris, 1832. 8. p. 59

folgen. Willis [1]) beschrieb eine eigene Art von Schwerhörigkeit (Paracusis Willisiana), deren Ursachen noch nicht im Entferntesten angedeutet werden können. Der Mensch hört nur dann, wenn nebenbei viel Lärm gemacht wird, wenn sich das Geräusch der Waffen, der Klang der Hörner oder der Schlag der Trommel mit den gewöhnlichen Lauten vermischt. Es wäre sehr zu wünschen, daß die Ohrenärzte die Richtigkeit dieser Angaben und die Nebenverhältnisse, welche solche Kranke darbieten, näher zu prüfen suchten.

Jede Art von Schwerhörigkeit, welche die Auffassung stärkerer Geräusche unmöglich macht, kann zur Taubstummheit führen. Die anatomischen Untersuchungen müssen daher hier die verschiedenartigsten Ergebnisse liefern. Man findet in der Regel, daß einzelne Theile des mittleren oder des inneren Ohres an wesentlichen Entartungen leiden. Die beiden Gehörwerkzeuge eines und desselben Menschen weichen sogar meist in dieser Hinsicht unter einander ab. Man sah in Einzelfällen, daß das Trommelfell gänzlich mangelte, verdickt, verknöchert, angefressen oder durchbohrt war. Die Paukenhöhle enthielt Ausschwitzungen verschiedener Art. Die Eustachischen Trompeten zeigten sich verengt oder verschlossen. Die Gehörknöchelchen mangelten. Ihre Formen und ihre gegenseitigen Verbindungen wichen in anderen Fällen von der Regel ab. Der Steigbügel war mehr oder minder fest in das eirunde Loch eingewachsen. Eines oder beide Fenster können gänzlich fehlen. Das Nebentrommelfell verdichtete sich bisweilen in übermäßigem Grade. Fremdartige feste Absätze füllten die Räume, die sonst von dem Labyrinthwasser und der Glasfeuchtigkeit des Ohres eingenommen werden. Einzelne Schenkel der halbcirkelförmigen Kanale hörten blind auf. Sie fehlten auch wohl gänzlich oder wurden nur durch blinde Gruben angedeutet. Es kann selbst vorkommen, daß das ganze innere Labyrinth mangelt oder nur theilweise ausgebildet ist. Ging Beinfraß voran, so hängt es von Nebenumständen ab, welche Theile die Anfressung zerstörte und welche neue Absätze erhielten oder mit regelwidrigen Knochenbildungen versehen wurden. Man sieht leicht, daß hier angeborene Mißbildungen und die Folgen späterer Krankheiten neben einander auftreten können. Es ereignet sich dagegen in selteneren Fällen, daß sich keine Störung in den Gehörwerkzeugen nachweisen läßt und daß man die Ursachen des Leidens den Fehlern der empfindenden Werkzeuge ausschließlich zuschreiben muß [2]). Dieses Verhältniß findet sich noch am häufigsten in cretinartigen Geschöpfen, die oft an Schwerhörigkeit und der hierdurch bedingten Unvollkommenheit der Sprache leiden. Hyrtl [3]) giebt an, daß die Gehörnerven aller Taubstummen atrophisch erscheinen und daß in ihnen die Hörstreifen der Rautengrube des verlängerten Markes vermißt werden.

Die meisten Entartungen, die wir in den Gehörwerkzeugen der Taubstummen antreffen, spotten allen Bemühungen der Kunst. Dieses berechtigt noch nicht, alle Kranke der Art ohne Weiteres für unheilbar zu erklären. Man darf sich aber andererseits nicht täuschen lassen, wenn solche Unglückliche starke Geräusche sogleich wahrnehmen. Sie können kräftigere Erschütterung mittelst ihres in dieser Hinsicht ausgebildeteren Tastsinnes auffassen.

Kranke der Art vertragen häufig chirurgische und arzneiliche Eingriffe leichter, als gesunde Menschen. Dieses gilt vorzüglich von denen, die zu gleicher Zeit an Geistesschwäche leiden. Taubstumme, deren Seelenkräfte gehörig entwickelt sind, pflegen nicht jene gemüthlichen Anlagen, die man in Blinden so häufig antrifft, zu besitzen. Der Verstand herrscht in ihnen häufig vor. Mißtrauen, Jähzorn, ein gewisser Grad von Tücke und Eigensinn gewinnen am leichtesten das Uebergewicht, wenn eine passende Erziehung nicht vollkommen durchgreifen konnte.

Man hat sich vielfach bemüht, schwerhörenden Menschen durch künstliche Vorrichtungen zu Hilfe zu kommen. Das Hörrohr, welches mit seinem engeren Theile in den äußeren Gehörgang eingesetzt wird, soll eine größere Menge von Schallwellen aufnehmen, sie nach seiner schmaleren Abtheilung hin verdichten und durch die Resonanz seines Luftraumes und seiner Wände verstärken. Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, eine sichere akustische Theorie dieser Vorrichtung aufzustellen. Es erklärt sich hieraus, weshalb

---

[1]) Th. Willis, Opera medica et physica. Lugduni 1676. 4. De anima brutorum. pag. 99.

[2]) Vergl. z. B. Bochdalek in E. Schmalz, Beiträge zur Gehör- und Sprachheilkunde. Heft II. Leipzig, 1846. 8. S. 127. 128.

[3]) J. Hyrtl, Handbuch der topographischen Anatomie. Bd. I. Wien, 1847. 8. S. 196.

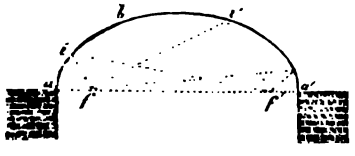
an die verschiedensten Formen vorgeschlagen hat und warum manche Ohrenärzte den ath geben, Hörrohre der mannichfachsten Gestalt und Masse an einem und demselben anken zu versuchen, um zu einem befriedigenden Ziele zu gelangen. Man findet übri- us sehr oft, daß die Schwerhörigen alle Vorrichtungen der Art bei Seite legen oder nur selten anwenden, weil sie der anhaltende Gebrauch derselben belästigt. Dasselbe : von den Ohrschalen, den künstlichen Ohrmuscheln und ähnlichen Hilfsmitteln.

Wahrnehmbarkeit der Töne. — Sie hängt zunächst von der 4030
ärke, mit der die Schallwellen den Hörnerven treffen, und der Em- inglichkeit der Empfindungswerkzeuge selbst ab. Lassen wir dieses zweite dingungsglied vorläufig bei Seite, so müssen wir vor Allem die ur- ngliche Anregung, den Einfluß, den die Zwischenmittel ausüben und gegenseitige Wirkung der Wellenzüge berücksichtigen. Wir haben schon her gesehen, wie sich die beiden zuerst genannten Verhältnisse geltend chen. Es bleibt uns daher nur noch übrig, das dritte Moment kurz betrachten.

Die Schallwellen der Luft, die unserem Ohre begegnen, verbreiten 4031
außerdem noch in der Atmosphäre, so sehr es die Nebenverhältnisse statten. Treffen sie hierbei ein Mittel von anderer Dichtigkeit, so wer- sie theilweise zurückgeworfen. Sie können auf diese Weise unsere Ge- rwerkzeuge zum zweiten Male anregen.

Berührt dieser zweite Wellenzug die Gehörwerkzeuge, nachdem der 4032
ndruck, den der erste veranlaßte, vorübergegangen, so wirkt er gesondert Nachhall oder als Echo. Er kann sich durch mehrfache Zurück- rfungen mehrere Male wiederholen. Die Stärke wird aber nie die der ten Einwirkung erreichen. Sie muß mit der Zahl der Reflexionen ab- hmen.

Denken wir uns, $aii'a'$, Fig. 332., sei ein Theil einer Ellipse, und 4033
Fig. 332.



f und f' die Brennpunkte derselben, und wir ziehen zwei gerade Linien, fi und $f'i$ oder fi' und $f'i'$, welche einen beliebigen Punkt des Umkreises mit den beiden Brennpunkten verbinden, so bilden fi und $f'i$ oder fi' und $f'i'$ gleiche Winkel mit den in i oder i' auf den Tangenten senk- cht stehenden Linien. Da nun der Reflexionswinkel dem Einfalls- nkel der Schallstrahlen gleicht, so wird ein ellipsoidisches Gewölbe : Eigenthümlichkeit darbieten, daß die zurückgeworfenen Wellen der prache eines Menschen, der sich in dem einen Brennpunkte f befindet, dem zweiten Brennpunkte f' deutlicher, als an jedem anderen entfern- en Orte vernommen werden.

Die ursprünglichen und die zurückgeworfenen Wellen können sich wech- 4034
seitig unterstützen oder aufheben, je nachdem ihre gleichen oder un-

---

[1]) Pouillet-Müller's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Dritte Auflage. Bd. I. Braunschweig, 1847. 8. S. 298 — 306.

gleichen Schwingungsverhältniſſe zuſammenfallen. Die Interferenzen erklären z. B. die ſtehenden Luftwellen, die in gedeckten Pfeifen zu Stande kommen [1]). Sie treten nicht minder in vielen anderen akuſtiſchen Erſcheinungen hervor und ändern die Wahrnehmbarkeit der Töne aus objectiven Gründen.

4035 Führt man eine Klangſcheibe ſenkrecht an dem Ohre vorüber, ſo hört man die Tönung ſchwächer oder gar nicht, ſo wie die Knotenlinien der Achſe des Gehörganges gerade gegenüber ſtehen. Dreht man eine tönende Stimmgabel, die in gleicher Höhe mit der Ohrmuſchel und in derſelben Entfernung gehalten wird, um ihren Längendurchmeſſer, ſo ſteigt und fällt die Tönung während der Dauer der Kreisbewegung.

Das Nähere dieſer in die Phyſik gehörenden Thatſachen ſ. in E. H. und W. Weber, Wellenlehre. Leipzig. 1825. 8. S. 506. Gehler's physikalisches Wörterbuch. Bd. VIII. Leipzig, 1836. 8. S. 447 fgg. Dove's Repertorium der Physik. Band III. Berlin, 1839. 8. S. 71. und 91 — 93. R. Kane, in Poggendorff's Annalen. Bd. LV. Leipzig, 1842. 8. S. 152 — 157.

4036 Wir haben §. 3836. geſehen, daß das Auge nur eine gewiſſe Reihe von Farben aufzufaſſen im Stande iſt. Es giebt mithin einen kleinſten und einen größten Werth der Aetherſchwingungen, den unſer Geſichtswerkzeug wahrnehmen kann. Der Grund dieſer Unvollkommenheit liegt aber wahrſcheinlich nicht in den empfindenden, ſondern in den brechenden Werkzeugen des Sehorgans (§. 3504.).

Es fragt ſich, ob eine ähnliche Beſchränkung für die Töne wiederkehrt. Der tiefſte Ton einer 32füßigen Orgelpfeife hat in der Secunde 32 oder 33 Schwingungen (§. 3123.) oder 16 einſeitige Stöße. Savart [1]) fand 14 bis 16 Schwingungen als die niederſte Grenze, die für das menſchliche Gehörwerkzeug angenommen zu werden vermag. Die größte Höhe ſtieg auf 64000 [2]). Despretz [3]) dagegen verlegt die beiderſeitigen Endwerthe auf 32 und 73000. Es unterliegt übrigens kaum einem Zweifel, daß ſich die höchſten Töne, die man mit den bis jetzt angewandten Vorrichtungen erreichte, nicht ſowohl wegen der übermäßigen Zahl der Schwingungen, als ihrer geringen Stärke halber der Auffaſſung der Beobachter entzogen haben. Die Ergebniſſe wechſeln übrigens mit der Verſchiedenheit der Perſonen. Die Gehörwerkzeuge eines und deſſelben Menſchen können ungleiche Maxima und Minima zu verſchiedenen Zeiten liefern.

4037 Das menſchliche Ohr iſt hiernach im Stande, einen Tonwechſel von ungefähr 12 Octaven zu unterſcheiden. Wir haben aber früher geſehen (§. 3839.), daß die Empfänglichkeit, die das Auge für die Farbeneindrücke beſitzt, weniger, als eine Octave beträgt. Es ergiebt ſich hieraus, daß das Ohr eine weit größere Breite der Empfindung für den Rhythmus der Wellenbewegungen, die ſeiner Einrichtung entſprechen, darbietet.

[1]) Savart, in den Annales de Chimie et Physique. Tome XLVII. Paris. 1831. 8. pag. 69 — 74.
[2]) Savart, Ebendaſelbſt. Tome XLIV. Paris, 1830. 8. pag. 340.
[3]) Despretz, in L'Institut. 1845. Nro. 592. pag. 158.

Setzen wir die Zahl des Grundtones gleich 1, so haben wir 4096 als Endglied der
Octaven. Nehmen wir nun in runder Zahl an, daß sich die Schwingungsmengen
r sichtbaren Farben wie 1 : 1,6 verhalten, so finden wir, daß die Breite der Empfäng-
hkeit der rhythmischen Beziehungen beinahe 2600 mal so groß im Ohre, als im Auge
sfällt.

Feinheit der Tonunterscheidung. — Sie hängt in hohem 4038
rade von der Anlage des Menschen ab. Während ein unmusikalisches
hr Töne von verhältnißmäßig nicht unbedeutenden Höhenunterschieden
sammenwirft, kann ein feineres Gehör noch Tönungen, die nur um $^1/_{200}$
s $^1/_{300}$ ihrer Schwingungszahlen abweichen, von einander trennen. Ver-
nen, welche diese ihre Anlagen weiter ausgebildet haben, führen zu noch
ineren Grenzwerthen. Delezenne nimmt in dieser Hinsicht $^1/_{320}$ und
eebeck[1]) sogar $^1/_{1209}$ nach Erfahrungen, die er an sich und Anderen
achte, an. Das menschliche Ohr ist hiernach im Stande, die Un-
eichheit zweier Töne, deren Schwingungszahlen sich wie 1 : 1,00085
rhalten, unter sehr günstigen Bedingungen aufzufassen. Diese Grenze
echselt übrigens wahrscheinlich mit der Verschiedenheit der Tonhöhen,
r welche sich das Ohr vorzugsweise eingeübt hat.

Dauer des Toneindruckes. — Wie die Gesichtsanschauungen 4039
ne Zeit lang anhalten (§. 3804.), so kehrt etwas Aehnliches für das
ehör wieder. Liegen auch kleine Zwischenzeiten der Ruhe zwischen den
nzelnen Erschütterungen, aus denen eine Tönung hervorgeht, so bemer-
n wir doch diese Unterbrechungen nicht, so lange sie eine gewisse Größe
cht überschreiten. Wir werden später sehen, daß sich die Wellen zweier
öne, die gleichzeitig beginnen, deren Schwingungszahlen aber unter ein-
der abweichen, zu gewissen Augenblicken interferiren. Wir hören dessen
geachtet keine Lücke. Die Tönung wird nur in dem entsprechenden Au-
nblicke schwächer. Sie verliert sich aber nie gänzlich.

Der Nachklang, der auf diese Art von der Dauer des Toneindruckes 4040
hängt, nimmt immer mehr an Kraft ab, bis er endlich zuletzt völlig
rschwindet. Es ist noch nicht gelungen, die Zeit, während welcher er
hält, genauer zu messen.

Musikalische Tonverhältnisse. — Die gegenseitigen Bezie- 4041
ngen der Schwingungsmengen der Töne bilden hier die Grundlage,
f der die Art des Eindruckes fußt. Einfachere Verhältnisse führen
angenehmen und verwickelte zu störenden Empfindungen. Es hängt
brigens von dem Empfänglichkeitsgrade des Ohres, von der Feinheit des
usikalischen Gehörs ab, in welchem Umfange sich diese Einflüsse geltend
achen.

Die Octaven schreiten nach geometrischen Progressionen, die 2 zum 4042
rponenten haben, fort. Sie klingen dem Ohre, wie verschiedenartige
Wiederholungen derselben Tönung. Da dieses für jeden beliebigen Grund-
on gilt, so erklärt sich hieraus, weshalb die musikalischen Zwischentöne
nur für eine Octave angegeben zu werden brauchen.

Das gegenseitige Verhältniß der Schwingungsmengen zweier Töne 4043

[1]) Seebeck, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXVIII. S. 462 — 465.

heißt das Intervall derselben. Besäße das Ohr ein unbedingtes Unterscheidungsvermögen, so müßten alle hier denkbaren Zwischenstufen wahrgenommen werden. Wir haben aber schon §. 4038. gesehen, daß dieses nicht der Fall ist. Die Musik wird aus diesem Grunde genöthigt, hinreichend kleine Intervallenunterschiede zu vernachlässigen.

4044 Ein Intervall von dem Verhältnisse $\frac{81}{80} = 1 : 1{,}0125$ heißt ein syntonisches Komma. Man nimmt an, daß dann das Ohr die Abweichung ohne besondere Aufmerksamkeit nicht mehr bemerkt. Vergleichen wir hiermit den §. 4038. angeführten kleinsten Werth der möglichen Tonunterscheidung, so sehen wir, daß er ungefähr $1/13$ eines solchen Kommaunterschiedes beträgt.

4045 Keiner der Zwischentöne, von denen die Musik Gebrauch macht, führt zu so niederen Werthen, als ein syntonisches Komma. Töne, welche in dieser Hinsicht am tiefsten stehen, wie z. B. cis und des, haben noch Abweichungen von 0,025.

Anhang Nr. 12c.

4046 Die einzelnen Haupttöne der Octavenreihe schreiten nicht in gleich großen Intervallen fort. Stellen wir die Werthe, die sich aus den §. 3044. angeführten Zahlen ergeben, zusammen, so erhalten wir:

$$c : d = 1 : \frac{9}{8} = 24 : 27 = 1 : 1{,}125.$$
$$d : e = 1 : \frac{10}{9} = 27 : 30 = 1 : 1{,}111.$$
$$e : f = 1 : \frac{16}{15} = 30 : 32 = 1 : 1{,}067.$$
$$f : g = 1 : \frac{9}{8} = 32 : 36 = 1 : 1{,}125.$$
$$g : a = 1 : \frac{10}{9} = 36 : 40 = 1 : 1{,}111.$$
$$a : h = 1 : \frac{9}{8} = 40 : 45 = 1 : 1{,}125.$$
$$h : \bar{c} = 1 : \frac{16}{15} = 45 : 48 = 1 : 1{,}067.$$

Wir sehen hieraus, daß e und f oder h und $\bar{c}$ das kleinere Intervall 1 : 1,067, die übrigen dagegen das größere 1 : 1,111 oder 1 : 1,125 darbieten. Der Unterschied dieser beiden letzten Größen gleicht beinahe einem syntonischen Komma. Vernachlässigt man ihn, so erhält man zwei Klassen von Haupttönen, eine mit größeren und eine mit kleineren Intervallen. Man nennt daher auch jene die Intervalle eines ganzen und diese die eines großen halben Tones.

4047 Die Musik schaltet noch Zwischentöne zwischen jenen Haupttönen ein. Man hat dieses daraus erklärt, daß nur auf diese Weise die verschiedenen Octaven der einzelnen Grundtöne wenigstens annähernd ausgeglichen werden können. Bestimmen wir z. B. die verhältnißmäßigen Schwingungsmengen von c bis $\bar{g}$, so haben wir:

c.	d.	e.	f.	g.	a.	h.	$\bar{c}$.	$\bar{d}$.	$\bar{e}$.	$\bar{f}$.	$\bar{g}$.
1.	$9/8$.	$5/4$	$4/3$.	$3/2$.	$5/3$.	$15/8$.	2.	$9/4$.	$5/2$.	$8/3$.	3.

Legen wir dann g als Einheit zum Grunde, so ergiebt sich:

g.	a.	h.	$\overline{c}$.	$\overline{d}$.	$\overline{e}$.	$\overline{f}$.	$\overline{g}$.
1.	$\frac{10}{9}$.	$\frac{5}{4}$.	$\frac{4}{3}$.	$\frac{3}{2}$.	$\frac{5}{3}$.	$\frac{16}{9}$.	2.

Laſſen wir wiederum den geringen Unterſchied, den $^9/_8$ und $^{10}/_9$ erge-
, bei Seite, ſo ſtimmen beide Octavenreihen bis auf die dem Octaven-
ic vorangehende Größe. Das Intervall von a und h gleicht
: $\frac{15}{8} \times \frac{3}{5} = 1 : \frac{9}{8} = 1 : 1{,}125$ und das von $\overline{c}$ und $\overline{f} = 1 : \frac{16}{9}$
$\frac{3}{5} = 1 : \frac{16}{15} = 1 : 1{,}067$. Wir haben daher ein Intervall eines
ızen Tones in der erſten und ein ſolches eines großen halben Tones in
zweiten Reihe. Nehmen wir dagegen einen halben Ton mehr und
en $\overline{\text{fis}}$ ſtatt $\overline{f}$, ſo finden wir $\frac{25}{9} \times \frac{2}{3} = \frac{50}{27}$. Wir erhalten daher
$\overline{e}$ und $\overline{\text{fis}}$ $1 : \frac{50}{27} \times \frac{3}{5} = 1 : \frac{10}{9} = 1 : 1{,}111$, d. h. ein Inter-
ll, das nur in untergeordnetem Grade von dem entſprechenden Inter-
lle der erſten Reihe abweicht. Die richtige Octavenreihe lautet daher
a, h, $\overline{c}$, $\overline{d}$, $\overline{e}$, $\overline{\text{fis}}$, $\overline{g}$.

Die paſſende Vereinigung mehrerer Töne bildet einen **Accord**, eine 4048
ihe angenehmer Tönungen eine **Melodie** und eine Folge wohlklingen-
r Accorde eine **Harmonie**.

Die Natur der Intervalle beſtimmt die **Conſonanz** oder die **Diſ-** 4049
nanz. Laſſen ſie ſich auf Bruchſtücke der ununterbrochenen Reihe 1,
3, 4, 5, 6 zurückführen, ſo erregen ſie angenehme Eindrücke. Ueber-
ringen dagegen ihre Werthe eine oder mehrere Zwiſchenzahlen, ſo gehö-
n ſie zu den diſſonirenden Verbindungen. 4, 5, 6 giebt daher eine Con-
nanz, 1, 3, 5 dagegen eine Diſſonanz.

Betrachten wir die oben angeführte c Tonleiter und verbinden zu- 4050
ächſt je zwei Haupttöne mit einander, ſo geben c und g = 2 : 3, c
d f = 3 : 4, c und e = 4 : 5, a und $\overline{c}$ = 5 : 6 conſonirende,
und a dagegen oder d und h = 3 : 5 diſſonirende Verhältniſſe. c, f
d a oder d, g und h haben 3 : 4 : 5, c, e und g 4 : 5 : 6, während
g und a 6 : 9 : 10, c, e und f 12 : 15 : 16 und c, es und e 20 : 24 :
darbieten.

Wir ſehen hieraus, daß unter dieſen Verhältniſſen die Terz, die
uarte oder die Quinte mit dem Grundtone, die Terz und die Quinte
er die Quarte und die Sexte unter einander conſoniren, die Secunde
d die Septime dagegen diſſoniren.

Man kennt noch nicht die Urſachen, aus denen der Unterſchied der 4051
ıſonirenden und der diſſonirenden Tonverbindungen hervorgeht. Es
ire möglich, daß die oben erwähnte geordnete und einfache Reihenfolge
r Intervalle, welche die Conſonanz beſtimmt, keine beſondere Einrich-
ng der Gehörwerkzeuge nöthig macht, damit deren vorbereitende Gebilde
ıſſend mitſchwingen. Die Sprünge, welche die Diſſonanzen erzeugen,
üßten nach dieſer Vorſtellung den gleichen Vortheil nicht gewähren. Es

fragt sich aber, ob nicht der Grund der Erscheinung tiefer in den T
gebilden selbst gesucht werden muß.

4052 Der Einklang bildet den einfachsten, nicht unangenehmen Ei
Die gleichzeitige Auffassung übereinstimmender Octaventöne reiht
ihn unmittelbar an. Wir haben aber schon früher gesehen, daß d
durch diese Verbindung ihrer Einförmigkeit wegen nicht völlig be
wird. Erinnern wir uns der §. 4049. erwähnten Grundbedingung
Consonanz und der Dissonanz, und berücksichtigen wir, daß erst die
kommenere Vereinigung von Tönen dem gebildeteren Gehörwerkze
nügt, so ergiebt sich, daß die Annehmlichkeit der Empfindung ihre
Befriedigung nur dann erlangt, wenn die Töne eine gewisse Man
tigkeit erreichen und ihre gegenseitigen Beziehungen weder zu einfa
zu verwickelt ausfallen.

4053 Da sich die Quinte zum Grundtone, wie $1 : 1\frac{1}{2}$ verhält, so
sie die zweckmäßigste Einschaltung, die zwischen zwei Octaven mög
Die Terz bildet dann den natürlichsten Mittelton zwischen ihr u
Grundtone. Wir haben dann $1 : 1\frac{1}{4} : 1\frac{1}{2}$ oder $4 : 5 : 6$. Diese d
Verbindung der Töne heißt der harmonische Dreiklang.

4054 Man hat den Versuch gemacht [1]), die Reihenfolge der Ha
welche die Musik zwischen den beiden Octaven der c dur Tonleit
schaltet, aus wechselseitigen Dreiklängen herzuleiten. Nehmen wir z
den eben erwähnten harmonischen Dreiklang und fügen die zweite
hinzu, so erhalten wir:

c	e	g	$\bar{c}$	
1.	$\frac{5}{4}$.	$\frac{3}{2}$.	2.	oder:
24.	30.	36.	48.	

Dieses giebt noch keine vollständige Tonleiter, weil die Sprü
groß und unter sich zu ungleich ausfallen. Ist man auf diese We
nöthigt, untergeordnete Töne einzuschalten, so stellt man einen Dr
für welche die Quinte als das natürlichste Mittelglied der beiden
ven die Grundlage bildet, her. Man findet dann:

d.	g.	h.
$\frac{9}{8}$.	$\frac{3}{2}$.	$\frac{15}{8}$.
27.	36.	45.

Es wird daher die Reihe

c.	d.	e.	g.	h	$\bar{c}$.
24.	27.	30.	36.	45.	48.

umfassen. e und g, so wie g und h bieten aber dann immer n
trächtlichere Unterschiede, als die übrigen Haupttöne dar. Sucht m
her neue Mitteltöne, so schaltet man einen Ton f zwischen e und
Dieser verhält sich zur zweiten Octave, wie der Grundton zu
Quinte. Sein Werth gleicht daher $\frac{4}{3}$. Man versieht ihn aber z

[1]) Chladni, Akustik. Seite 14.

it seiner Terz, um den zwischen g und h bestehenden Sprung zu ver-einern. Der Zwischenton a erhält daher $\frac{5}{3}$. Es ergiebt sich hieraus:

c.	d.	e.	f.	g.	a.	h.	c.	
1.	$\frac{9}{8}$.	$\frac{5}{4}$.	$\frac{4}{3}$.	$\frac{3}{2}$.	$\frac{5}{3}$.	$\frac{15}{8}$.	2.	oder
24.	27.	30.	32.	36.	40.	45.	48.	

s vollständigere Tonleiter.

Führen wir die Octavenreihe von f an fort, so erhalten wir:

f.	g.	a.	h.	c.	d.	e.	f.	g.	a.	h.	c.	d.
$\frac{4}{3}$.	$\frac{3}{2}$.	$\frac{5}{3}$.	$\frac{15}{8}$.	2.	$\frac{9}{4}$.	$\frac{5}{2}$.	$\frac{8}{3}$.	3.	$\frac{10}{3}$.	$\frac{15}{4}$.	4.	$\frac{9}{2}$.

Ueberspringen wir je einen Hauptton, so haben wir:

$$f : a : c = \tfrac{4}{3} : \tfrac{5}{3} : 2 = 4 : 5 : 6.$$
$$c : e : g = 2 : \tfrac{5}{2} : 3 = 4 : 5 : 6.$$
$$g : h : d = 3 : \frac{15}{4} : \tfrac{9}{2} = 4 : 5 : 6.$$

Wir finden auf diese Weise drei harmonische Dreiklänge, in denen die sieben Haupt-ne vorkommen.

Die eingeschalteten Zwischentöne gehen natürlich aus der Erniedri- 4055
ung oder der Erhöhung der einzelnen Haupttöne hervor. Man hängt emgemäß es oder is dem Namen des Haupttones an. Wir bekommen uf diese Weise ces, c und cis, des, d und dis u. s. f. Ihre Schwin-ungsmengen sind in dem Anhange Nr. 126. verzeichnet.

Der Uebergang eines Haupttones zu dem benachbarten Zwischenton, 4056
. B. von ces zu c oder von c zu cis heißt die chromatische Fort-chreitung. Diejenigen dagegen, welche zwei angrenzende Zwischentöne ie cis und des verbindet, wird mit dem Namen der unharmonischen ezeichnet.

Wir haben schon §. 4047. gesehen, daß die Tonleiter diese Vollstän-igkeit nöthig hat, damit jeder beliebige Ton als Grundton einer harmo-ischen Octavenreihe dienen könne. Da aber der Zwischenton seinem enachbarten Nebentone nahe ist, so kann er diesen häufig vertreten, ohne aß das Ohr durch eine auffallende Dissonanz beleidigt wird. Der Wech-el der Tönungen ändert nur den Eindruck, den die musikalische Zusam-enstellung ausübt. Die anregende freudige Einwirkung der Dur-Ton-rten geht aus diesen Gründen in die zarteren und traurigeren der Moll-öne über.

Der Dur-Dreiklang besteht aus dem Grundton, der großen Terz 4057
nd der Quinte, z. B. c, e und g oder den Intervallzahlen 4 : 5 : 6. Der zweite Ton verhält sich daher zum ersten, wie $\frac{5}{4}$: 1 oder wie die roße Terz zum Grundton und der dritte zum zweiten, wie $\frac{6}{5}$: 1 oder ie die kleine Terz zur Grundtönung. Wir können daher den Dur-Drei-lang als eine Verbindung eines Grundtones mit zwei verhältnißmäßigen erzen, von denen die große der kleinen vorangeht, betrachten. Macht an dagegen die Verhältnisse der beiden äußersten Töne zu dem Mittel-one gleich, nimmt man $4 : \frac{4 \times 6}{5} : 6 = 4 : \frac{24}{5} : 6 = 20 : 24 : 30$ Anhang Nr. 126
$= 1 : \frac{6}{5} : \frac{3}{2}$ an, so haben wir den Moll-Dreiklang c, es und g. c und

es verhalten sich wie der Grundton zur kleinen und es und g wie jener zur großen Terz. Wir finden daher hier die umgekehrten gegenseitigen Beziehungen der beiden relativen Terzen Man sieht zugleich, daß die einfachere Reihenfolge des Dur-Dreiklanges dem Ohre faßlicher, als die verwickeltere der Molltöne vorkommen muß.

4058 Schreitet man in gleichen entsprechenden Intervallen der Haupttöne fort, so gelangt man nicht genau zu den geforderten Octaven, sondern zu gewissen Größen, die um einzelne Zahlen von den theoretisch verlangten Werthen abweichen. Der Unterschied, auf den man hier stößt, wird ein Komma genannt.

4059 Gehen wir z. B. in großen Terzen von c aus fort, so haben wir Anhang Nr. 128 $\frac{5}{4} = g$ als erstes, $\frac{5}{4} \times \frac{5}{4} = gis$ als zweites und $\frac{25 \times 5}{16 \times 4} = \frac{125}{64}$ als drittes Glied. Dieser Ton liegt aber zwischen ces $\left(\frac{48}{25}\right)$ und $b\left(\frac{128}{64}\right)$. Vier kleine Terzen führen zu $\left(\frac{6}{5}\right)^4 = \frac{1296}{625}$, während die Octave $\frac{1296}{648}$ fordert.

4060 Will man unter diesen Verhältnissen reine Octaven erhalten, so muß man die arithmetischen Werthe der einzelnen Intervalle nach Maßgabe der Umstände erhöhen oder vertiefen. Man nennt diese Veränderung der einzelnen Intervalle die Schwebung und die Gesammtreihe der Unterschiede die Temperatur. Diese wird gleichschwebend, wenn die Unrichtigkeiten auf die einzelnen Töne gleichförmig vertheilt sind und ungleichschwebend, sobald diese Regelmäßigkeit hinweggelassen wird. Man bedient sich in der Regel nur gleichschwebender Temperaturen, in denen die einzelnen Abweichungen von den richtigen Tönen dem Ohre nicht mehr auffallen. Die ungleichschwebende Temperatur begünstigt die Reinheit einzelner Töne auf Kosten der übrigen. Chladni billigt keinen Vorschlag, den man in dieser Hinsicht zu verschiedenen Zeiten gemacht hat.

Das Nähere dieser musikalischen Verhältnisse findet sich vor Allem in Chladni's Akustik. S. 11 — 56. Vergl. auch die kurze Uebersicht in Gehler's physikalischem Wörterbuche. Bd. VIII. Leipzig. 1836. 8. S. 331—343. und G. Lamé, Cours de Physique de l'école polytechnique. Deuxième Edition. Tome II. Paris, 1840. 8. p. 53—72. Die verschiedenen Schwingungsmengen der einzelnen angenommenen musikalischen Töne, wie sie die Bedingungen der gleichschwebenden Temperatur fordern, finden sich verzeichnet bei Chladni, a. a. O. S. 27 und 47. Gehler's Wörterbuch a. a. O. S. 340 und 342. C. Küpfing, das Wissenschaftliche der Fortepiano-Baukunst. Bern, 1844. 8. S. 14.

4061 Verbindung mehrerer Töne. — Werden zwei Töne, die im Einklang stehen, gleichzeitig hervorgebracht, so können die übereinstimmenden Theile ihrer Wellen zusammenfallen und sich unmittelbar verstärken. Geschieht dieses nicht, so ist es möglich, daß sie in entsprechenden Reihen dahin laufen und den Nachklang begünstigen. Die Resonanz beruht auf dieser Art von Wirkungen. Die Bewegungen eines mittönenden Körpers sind zwar im Anfange aus der Periode, welche seiner eigenen Schwin

in der Luft zukommt und der des urſprünglich tönenden Kör-
nengeſetzt. Sie geht aber bald in dieſe allein ihrer Dauer
ıber rückſichtlich der Ab- und Zunahme ihrer Geſchwindigkeit

en zwei verſchiedene Töne gleichzeitig, ſo iſt das Ohr im 4062
ı einen durch den anderen hindurch zu hören. Es läßt ſich
33. hierbei nicht beſtimmen, ob beide mittelſt eines und
deſſelben oder mittelſt verſchiedener Theile der inne-
ren Gehörwerkzeuge wahrgenommen werden. Werden
viele Töne auf ein Mal angeſtimmt, ſo vermag die
Aufmerkſamkeit einen von ihnen zu bevorzugen. Lei-
tet man denſelben Schall gleichzeitig durch die Luft
und durch einen feſten Körper zum Ohre, ſo unter-
ſcheidet man zwei Töne von verſchiedener Stärke und
ungleichem Klange.

Wirken zwei Töne, die nicht völlig im Einklang 4063
ſind, deren Schwingungsmengen aber einander nahe
ſtehen, zuſammen ein, ſo hört man ein abwechſelndes
Anſchwellen und Nachlaſſen der Tönung. Fig. 333.
kann uns den Grund dieſer Schwebung, dieſer
Stöße oder Schläge verſinnlichen.

Geſetzt die beiden dünneren Linien bezeichnen die
Wellen der beiden ungleichen Töne, ſo werden ſie
ſich bei *a* und *f* und bei *b* und *d* verſtärken, bei *c*
dagegen auf dem Wege der Interferenz ſchwächen
oder aufheben. Es kann daher die dickere Linie die
gemeinſchaftliche Wirkung beider ausdrücken. Die
Tönung muß von *a* nach *c* ab- und von *c* nach *f*
zunehmen. Beiderlei Wellen werden am Anfange und
an dem Ende des Einheitszeitraumes, z. B. der Se-
cunde zuſammenfallen.

Die Zahl der Stöße, die in einer gegebenen Zeit
auftritt, gleicht dem Unterſchiede der Wellenmengen,
welche in derſelben Periode den anregenden Tönen
zukommen. Wir haben daher nur einen Schlag in
den Fig. 333. beiſpielsweiſe dargeſtellten Schema. Es
ergiebt ſich hieraus, daß die Stöße um ſo langſamer
auftreten und um ſo leichter vereinzelt wahrgenom-
men werden, je weniger die beiderſeitigen Schwin-
gungszahlen verhältnißmäßig unter einander abwei-
chen. Wiederholen ſie ſich im Gegentheil ſo raſch,
daß ſie das Ohr nicht mehr einzeln verfolgen kann,
ſo vernimmt man eine dritte Tönung. Man be-

[1]) Seebeck, in Poggendorff's Annalen. Band LXII. Leipzig, 1844. 8. S. 305.

es verhalten sich wie der Grundton zur kleinen und es und g wie jener zur großen Terz. Wir finden daher hier die umgekehrten gegenseitigen Beziehungen der beiden relativen Terzen Man sieht zugleich, daß die einfachere Reihenfolge des Dur-Dreiklanges dem Ohre faßlicher, als die verwickeltere der Molltöne vorkommen muß.

4058 Schreitet man in gleichen entsprechenden Intervallen der Haupttöne fort, so gelangt man nicht genau zu den geforderten Octaven, sondern zu gewissen Größen, die um einzelne Zahlen von den theoretisch verlangten Werthen abweichen. Der Unterschied, auf den man hier stößt, wird ein Komma genannt.

4059 Gehen wir z. B. in großen Terzen von c aus fort, so haben wir Anhang Nr 126 $\frac{5}{4} = g$ als erstes, $\frac{5}{4} \times \frac{5}{4} = gis$ als zweites und $\frac{25 \times 5}{16 \times 4} = \frac{125}{64}$ als drittes Glied. Dieser Ton liegt aber zwischen ces $\left(\frac{48}{25}\right)$ und $\overline{c}$ $\left(\frac{128}{64}\right)$

Vier kleine Terzen führen zu $\left(\frac{6}{5}\right)^4 = \frac{1296}{625}$, während die Octave $\frac{1296}{648}$ fordert.

4060 Will man unter diesen Verhältnissen reine Octaven erreichen, so muß man die arithmetischen Werthe der einzelnen Intervalle nach Maßgabe der Umstände erhöhen oder vertiefen. Man nennt diese Veränderung der einzelnen Intervalle die Schwebung und die Gesammtreihe der Unterschiede die Temperatur. Diese wird gleichschwebend, wenn die Unrichtigkeiten auf die einzelnen Töne gleichförmig vertheilt sind und ungleichschwebend, sobald diese Regelmäßigkeit hinwegfällt. Man bedient sich in der Regel nur gleichschwebender Temperaturen, in denen die einzelnen Abweichungen von den richtigen Tönen dem Ohre nicht mehr auffallen. Die ungleichschwebende Temperatur begünstigt die Reinheit einzelner Töne auf Kosten der übrigen. Chladni billigt keinen Vorschlag, den man in dieser Hinsicht zu verschiedenen Zeiten gemacht hat.

Das Nähere dieser musikalischen Verhältnisse findet sich vor Allem in Chladni's Akustik. S. 11 — 56. Vergl. auch die kurze Uebersicht in Gehler's physikalischen Wörterbuche. Bd. VIII. Leipzig. 1836. 8. S. 331—343. und G. Lamé, Cours de Physique de l'école polytechnique. Deuxième Edition. Tome II. Paris, 1840. 8. p. 53—72. Die verschiedenen Schwingungsmengen der einzelnen angenommenen musikalischen Töne, wie sie die Bedingungen der gleichschwebenden Temperatur fordern, finden sich verzeichnet bei Chladni, a. a. O. S. 27 und 47. Gehler's Wörterbuch a. a. O. S. 340 und 342. C. Küpping, das Wissenschaftliche der Fortepiano-Baukunst. Bern, 1844. 8. S. 14.

4061 Verbindung mehrerer Töne. — Werden zwei Töne, die im Einklang stehen, gleichzeitig hervorgebracht, so können die übereinstimmenden Theile ihrer Wellen zusammenfallen und sich unmittelbar verstärken. Geschieht dieses nicht, so ist es möglich, daß sie in entsprechenden Reihen dahin laufen und den Nachklang begünstigen. Die Resonanz beruht auf dieser Art von Wirkungen. Die Bewegungen eines mittönenden Körpers sind zwar im Anfange aus der Periode, welche seiner eigenen Schwin-

ıngsmenge in der Luft zukommt und der des urſprünglich tönenden Kör-
:rs zuſammengeſetzt. Sie geht aber bald in dieſe allein ihrer Dauer
ıch, nicht aber rückſichtlich der Ab- und Zunahme ihrer Geſchwindigkeit
:er [1]).

Erklingen zwei verſchiedene Töne gleichzeitig, ſo iſt das Ohr im 4062
tande, den einen durch den anderen hindurch zu hören. Es läßt ſich hierbei nicht beſtimmen, ob beide mittelſt eines und deſſelben oder mittelſt verſchiedener Theile der inneren Gehörwerkzeuge wahrgenommen werden. Werden viele Töne auf ein Mal angeſtimmt, ſo vermag die Aufmerkſamkeit einen von ihnen zu bevorzugen. Leitet man denſelben Schall gleichzeitig durch die Luft und durch einen feſten Körper zum Ohre, ſo unterſcheidet man zwei Töne von verſchiedener Stärke und ungleichem Klange.

Fig. 333.

Wirken zwei Töne, die nicht völlig im Einklang 4063
ſind, deren Schwingungsmengen aber einander nahe ſtehen, zuſammen ein, ſo hört man ein abwechſelndes Anſchwellen und Nachlaſſen der Tönung. Fig. 333. kann uns den Grund dieſer Schwebung, dieſer Stöße oder Schläge verſinnlichen.

Geſetzt die beiden dünneren Linien bezeichnen die Wellen der beiden ungleichen Töne, ſo werden ſie ſich bei *a* und *f* und bei *b* und *d* verſtärken, bei *c* dagegen auf dem Wege der Interferenz ſchwächen oder aufheben. Es kann daher die dickere Linie die gemeinſchaftliche Wirkung beider ausdrücken. Die Tönung muß von *a* nach *c* ab- und von *c* nach *f* zunehmen. Beiderlei Wellen werden am Anfange und an dem Ende des Einheitszeitraumes, z. B. der Secunde zuſammenfallen.

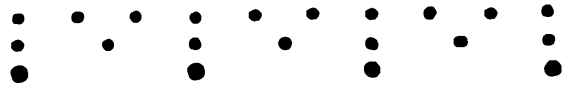
Die Zahl der Stöße, die in einer gegebenen Zeit auftritt, gleicht dem Unterſchiede der Wellenmengen, welche in derſelben Periode den anregenden Tönen zukommen. Wir haben daher nur einen Schlag in den Fig. 333. beiſpielsweiſe dargeſtellten Schema. Es ergiebt ſich hieraus, daß die Stöße um ſo langſamer auftreten und um ſo leichter vereinzelt wahrgenommen werden, je weniger die beiderſeitigen Schwingungszahlen verhältnißmäßig unter einander abweichen. Wiederholen ſie ſich im Gegentheil ſo raſch, daß ſie das Ohr nicht mehr einzeln verfolgen kann, ſo vernimmt man eine dritte Tönung. Man be-

[1]) Seebeck, in Poggendorff's Annalen. Band LXII. Leipzig, 1844. 8. S. 305.

zeichnet diese mit dem Namen eines **Combinationstones** oder eines **Tartini'schen Tones.**

4064 Denken wir uns z. B. die obere Punktreihe, Fig. 334. stelle die

Fig. 334.



Maxima der Verdichtungen eines Tones, der die Quinte der zweiten Punktreihe bildet, dar, so fällt immer der dritte Stoß von jener mit dem zweiten von dieser zusammen. Das Ohr hört dann die verstärkten Stöße mit Intervallen, wie sie der dritten Punktreihe zukommen, d. h. folgen diese Stöße so rasch, daß nur ein einfacher Eindruck zu Stande kommt, so faßt das Gehörorgan die nächst tiefere Octave des Tones der mittleren Reihe als Combinationston auf.

4065 Diese Erscheinungen können bei den Tönen der Pfeifen oder der Geigen, nicht aber bei denen der Claviere [1]) wahrgenommen werden. Stimmt man z. B. die $\bar{d}$ Saite einer Violine in $\bar{e}$ und streicht sie dann mit der $\bar{a}$ Saite anhaltend und gleichmäßig an, so kommt zunächst das tiefe A als Tartini'scher Ton zum Vorschein. Macht $\bar{a}$ 880 und $\bar{e}$ 880 $\times$ ¾ = 660 Schwingungen in der Secunde, so gleicht der Combinationston A = 880 — 660 = 220 Schwingungen.

4066 Der Tartini'sche Ton, der sich auf diese Weise bildet, kann fernere Combinationstöne erzeugen. Nehmen wir an, die beiden ursprünglichen Töne hätten r und s Schwingungsmengen, so gleicht der erste Combinationston s — r. Verbindet sich dieser mit r, so erhalten wir für den zweiten r — (s — r) = 2 r — s., für den dritten s — (2 r — s) = 2 (s — r) u. s. f.

4067 Die immer tieferen Combinationstöne werden um so schärfer hervortreten, je genauer die Maxima der Verstärkungen, durch die sie bedingt werden, zusammenfallen. Da aber diese Bedingung bald pünktlicher, bald minder sorgfältig in der Musik erfüllt wird, so erklärt sich die Veränderlichkeit, die sich in dieser Beziehung kund giebt. Die meisten Tartini'schen Töne pflegen überhaupt nur bei besonderer Aufmerksamkeit wahrgenommen zu werden.

Eine ausführliche Darstellung der Einzelnheiten der Combinationstöne liefern Dove und Seebeck in dem Repertorium der Physik. Bd. III. Berlin, 1839. 8. S. 1 — 53. u. Bd. VI. 1842. 8. S. 90 — 100.

4068 Wir haben schon §. 3037. gesehen, daß Saiten Nebentöne erzeugen, weil sie nicht bloß in ihrer ganzen Länge, sondern auch in untergeordneten Theilen gleichzeitig schwingen. Man hört dann Töne, die sich wie 1 : 3 : 5 verhalten, am leichtesten, schwieriger dagegen die, welche 2 und 4 entsprechen. Aehnliche Verhältnisse kehren auch in anderen tönenden Körpern, wie z. B. in Orgelpfeifen, in Glocken und dgl. wieder.

---

[1]) Gehler's Wörterbuch a. a. O. S. 318.

Die Schnarr- oder Klirrtöne [1]), deren Erklärung noch nicht voll- 4069
indig ermittelt worden, bilden sich bei dem periodischen Anklopfen eines
wingenden Körpers an eine andere dichte Masse. Schlägt eine erzit-
nde Saite gegen einen in ihrer Mitte passend angebrachten Steg, so
rt man nach Chladni die untere Quinte des Grundtones außer der
heren Octave desselben. Nörremberg vernahm bei diesem Versuche
: höhere Quarte, Seebeck endlich beide Tönungen zugleich, die tiefere
uinte jedoch deutlicher, als die feinere Quarte. Stimmgabeln, die ge-
a einen Tisch angeschlagen werden, können ebenfalls Klirrtöne liefern.

Ueber diese Verhältnisse s. Repertorium der Physik. Band III. Berlin, 1839. 8. te 53 — 55.

Nähert man sich während eines starken Geräusches einem Gegenstande, 4070
: die Schallwellen zurückzuwerfen im Stande ist, so hört man mitten
s dem Getöse einen Ton heraus. Eine senkrechte Wand und das To-
a des Meeres, das Rauschen eines Wasserfalles, der Wind, der die
ume bewegt, eignen sich zu diesen Beobachtungen am besten. Sa-
rt fand, daß sich die verhältnißmäßigen Entfernungen des Ohres von
: zurückwerfenden Oberfläche wie die relativen Wellenlängen der Töne
halten. Diese erhöhen sich mithin, so wie sich der Mensch der Mauer
hert. Seebeck erklärt diese Erscheinungen aus der Interferenz der ur-
ünglichen und der zurückgeworfenen Wellen.

Siehe das Nähere in dem Repertorium der Physik. Bd. VI. Berlin, 1842. 8. Seite — 27. Seebeck, in Poggendorff's Annalen. Bd. LIX. 1843. 8. S. 177. LXVII. 1846. 8. S. 145. und Bd. LVIII. 1846. 8. S. 465.

Entfernung und Richtung des Schalles. — Die Stärke 4071
selben bestimmt hier fast ausschließlich das Urtheil, das wir über den
stand des tönenden Körpers fällen. Wir halten daher eine schwächere
nung für entfernter und eine kräftigere für näher. Es versteht sich
a selbst, daß dieser Maßstab nur zu allgemeinen Bestimmungen führen
d häufig genug zu Irrthümern verleiten muß. Ein Wagen, der über
Straße fährt, scheint uns in größerer Ferne vorüberzugehen, wenn die
ster geschlossen, als wenn sie geöffnet sind. Die Bauchredner dämpfen
e Stimme absichtlich, damit auf diese Weise die Tönung in größere
stände versetzt werde.

Aehnliche Verhältnisse leiten uns auch bei der Bestimmung der Rich- 4072
ig eines Schalles. Wir wenden den Kopf und prüfen auf diese Weise,
welcher Stellung die Tönung am deutlichsten vernommen wird. Wir
setzen sie dann in die Verlängerung der Achse des äußeren Gehörgan-
, weil sich die Schallstrahlen der günstigsten Verhältnisse in dieser
hn erfreuen. Der Vergleich der Eindrücke, welche dieselben Schallwel-
a auf beide Ohren ausüben, bildet ein zweites Bestimmungsmittel. Wir
legen die tönende Masse nach der Seite, an welcher unsere Gehörwerk-
ge stärker ergriffen werden [2]). Findet in dieser Beziehung kein Unter-

[1]) Chladni, Akustik. S. 74.
[2]) Vgl. auch Lincke, a. a. O. Bd. I. S. 549.

schied Statt, so versetzen wir sie in die Mitte. Wir müssen es aber dann häufig unentschieden lassen, ob sich der schallende Körper gerade vor oder hinter uns befindet. Fährt z. B. ein rasselnder Wagen, den wir nicht sehen, unter den eben erwähnten Bedingungen an uns vorüber, so können wir oft im ersten Augenblick nicht sagen, ob er sich nähert oder entfernt. Die Ab- oder Zunahme der Schallstärke belehrt uns erst nach einiger Zeit über die richtige Bewegungsweise.

Wird ein Mensch, dessen beide Ohren sonst gesund waren, auf einem von ihnen schwerhörig, so verlegt er leicht alle Geräusche, deren Orte er nur nach dem Gehör beurtheilen kann, nach der gesunden Seite. Kehrt später der regelrechte Zustand wieder, so verschwindet auch diese Täuschung des Urtheils.

4073 **Doppelthören.** — Wir haben §. 3892. bemerkt, daß vielfach über die Frage gestritten wurde, ob sich zwei verschiedene Eindrücke, von denen jeder ein Auge trifft, zu einer mittleren Empfindung ausgleichen. Die Untersuchung ergiebt, daß dieses allerdings unter günstigen Bedingungen stattfindet. Es fragt sich zunächst, ob etwas Aehnliches für das Ohr wiederkehrt. Die Versuche, welche Seebeck [1]) mit den Tönen einer doppelten Sirene anstellte, scheinen hier zu anderen Ergebnissen zu führen. Eine gegenseitige Verbindung zu einem Zwischeneindrucke findet nicht Statt. Die Schallwellen, die in ein Ohr dringen, theilen sich aber den anderen Gehörwerkzeuge, wenn auch in geschwächtem Grade, durch die Kopfgebilde mit.

4074 Erklingt ein verschiedener Ton vor jedem Ohre, erzittern z. B. zwei ungleich tönende Stimmgabeln vor den beiden Ohröffnungen, so erkennt man leicht, welcher Ton der einen und welcher der anderen Seite zukommt. Man kann aber auch dann die Schwebungen, welche aus der Interferenz der Wellen in den Kopfknochen hervorgehen (§. 4063.) unterscheiden [2]). Sie fallen nur schwächer aus, als wenn sich beide Gabeln vor einem Ohre befinden.

Viele Personen besitzen die Fähigkeit, zwei verschiedenen Gesprächen gleichzeitig zu folgen. Es ist keine Frage, daß nur eine eigene Art von Aufmerksamkeit zu dieser Fertigkeit führen kann. Es fragt sich aber, ob dann nicht der Mensch die genauere Unterscheidung der Eindrücke, die seine beiden Ohren treffen, zu seinem Vortheile zu benutzen sucht.

Es kommt bisweilen krankhafter Weise vor, daß ein Mensch die Töne doppelt hört und daß die eine der beiden Tönungen höher als die andere ausfällt [3]). Das Uebel verschwindet bisweilen, so wie man eines der beiden Ohren verstopft. Das Hilfsmittel versagt jedoch in anderen Fällen. Die Erklärung dieser Art von Abweichung bleibt eben so ungewiß, als die der krankhaften Zustände, in denen drei oder vier Töne statt eines gehört worden sein sollen. Beschränkte sich der Unterschied nur auf die Stärke oder den Klang der Töne, so ließe sich noch am ehesten vermuthen, daß die Schallwellen in anderer Weise zu dem einen, als zu dem anderen Ohre fortgepflanzt werden, und daß daher der Mensch beide Empfindungen trennt und als zwei verschiedene Tönungen auffaßt (§. 4029.) —

[1]) Seebeck, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXVIII. Leipzig, 1846. 8. Seite 449 — 453.

[2]) Dove, in dem Repertorium der Physik. Bd. III. S. 404. Seebeck, a. a. O. Seite 452.

[3]) Vergl. z. B. Ed. Schmalz, Erfahrungen über die Krankheiten des Gehörs und ihre Heilungen. Leipzig, 1846. 8. S. 15. 16.

Subjective Gehörempfindungen. — Man kann hier zwei 4075
ten von Eindrücken, wie bei dem Sehen, unterſcheiden. Die eine geht
s objectiven Tonverhältniſſen, deren Erreger nur in den Gehörwerk-
ıgen oder in den Nachbartheilen derſelben liegen, hervor. Die andere
zegen bildet nur den ſubjectiven Ausdruck der Anregung der Nerven-
ıſſen, die das Hören vermitteln.

Das dumpfe Knacken, das der Wirkung des inneren Hammermuskels 4076
geſchrieben zu werden pflegt (§. 3892.), das Rauſchen und Raſſeln,
ıches die willkürliche Verdünnung oder Verdichtung der Luft der Trom-
ıhöhle begleitet, die Töne, die nicht ſelten bei dem Nieſen, dem Schnäu-
ı, dem Beißen, bei kraftvoller Senkung des Unterkiefers, bei raſcher
ıſammenziehung der Gaumenmuskeln wahrgenommen werden, das Po-
ın, das ſich bei ſchnellem Laufen oder bei anſtrengendem Bergſteigen
ıfindet, gehört zu der erſten Reihe von Erſcheinungen. Das Klopfen
ıer Pulsadergeſchwulſt einer benachbarten Schlagader, das Schwirren,
ıches wir in manchen Entartungen der Kopfknochen bemerken, kann ähn-
he Sinnesſtörungen veranlaſſen. Man ſieht leicht, daß ſie nur bedingt
r Weiſe zu den ſubjectiven Gehörempfindungen gerechnet werden dür-
ı. Manche dieſer Geräuſche werden auch von fremden Menſchen und
ht bloß von dem, in deſſen Körpergebilden ſie entſtehen, aufgefaßt.

Alle Reize, die den Gehörnerven oder deſſen Centralwerkzeuge tref- 4077
ı, werden leicht ſubjective Töne herbeiführen. Hierher gehören vor Al-
n die Wirkungen, die ein regelwidriger Blutandrang nach dem Gehirn
er den Gehörorganen bedingt. Es iſt auch denkbar, daß ſich die Em-
änglichkait der Nervengebilde krankhafter Weiſe erhöht und daß dann
öne, die ſonſt ihrer Schwäche wegen der Wahrnehmung entgehen, unter
m Scheine ſubjectiver Eindrücke auftreten können.

Es läßt ſich mit Recht erwarten, daß elektriſche Ströme ſubjective 4078
ɔnempfindungen veranlaſſen werden. Ein durch den Kopf geleiteter ſtar-
r Schlag einer Leidener Flaſche oder einer elektriſchen Batterie kann
ht bloß Ohrenbrauſen, ſondern auch Schwindel, Ohnmacht und Betäu-
ng nach ſich ziehen. Die ſubjectiven Töne erhalten ſich dann bisweilen
nger, als die meiſten übrigen beläſtigenden Folgen. Die ſchwächeren
ılvaniſchen Ströme dagegen wirken jedenfalls lebhafter auf das Auge,
s auf die Gehörwerkzeuge. Volta giebt an, daß die Tönung, die
nn zum Vorſchein kommt, dem Geräuſche, welches das Kochen einer zä-
n Maſſe begleitet, verglichen zu werden vermag. Befindet ſich nur ein
itungsdraht im Ohre ſelbſt, ſo ſoll nach Ritter der Ton höher aus-
llen, wenn die negative, als wenn die poſitive Elektrode dieſe un-
ittelbare Verbindung herſtellt. Gebrauchte R. Wagner[1]) einen Rota-
ɔnsapparat, ſo konnte er weder an ſich, noch an Anderen irgend eine
Birkung wahrnehmen. Der Magnetelektromotor führte mich zu keinen
ücklicheren Ergebniſſen.

Das Nachklingen der Töne gehört zu den rein ſubjectiven Empfin- 4079

[1]) R. Wagner, a. a. O. S. 373.

ſchied Statt, ſo verſetzen wir ſie in die Mitte. Wir müſſen es a häufig unentſchieden laſſen, ob ſich der ſchallende Körper gerade hinter uns befindet. Fährt z. B. ein raſſelnder Wagen, den ſehen, unter den eben erwähnten Bedingungen an uns vorüber, nen wir oft im erſten Augenblick nicht ſagen, ob er ſich nä entfernt. Die Ab- oder Zunahme der Schallſtärke belehrt uns einiger Zeit über die richtige Bewegungsweiſe.

Wird ein Menſch, deſſen beide Ohren ſonſt geſund waren, auf einem ſchwerhörig, ſo verlegt er leicht alle Geräuſche, deren Orte er nur nach dem urtheilen kann, nach der geſunden Seite. Kehrt ſpäter der regelrechte Zuſta ſo verſchwindet auch dieſe Täuſchung des Urtheils.

4073 **Doppelthören.** — Wir haben §. 3892. bemerkt, da über die Frage geſtritten wurde, ob ſich zwei verſchiedene Eindr denen jeder ein Auge trifft, zu einer mittleren Empfindung an Die Unterſuchung ergiebt, daß dieſes allerdings unter günſtig gungen ſtattfindet. Es fragt ſich zunächſt, ob etwas Aehnliche Ohr wiederkehrt. Die Verſuche, welche Seebeck [1]) mit den Ti doppelten Sirene anſtellte, ſcheinen hier zu anderen Ergebniſſe ren. Eine gegenſeitige Verbindung zu einem Zwiſcheneindrucke fi Statt. Die Schallwellen, die in ein Ohr dringen, theilen ſich anderen Gehörwerkzeuge, wenn auch in geſchwächtem Grade, Kopfgebilde mit.

4074 Erklingt ein verſchiedener Ton vor jedem Ohre, erzittern g ungleich tönende Stimmgabeln vor den beiden Ohröffnunge kennt man leicht, welcher Ton der einen und welcher der and zukommt. Man kann aber auch dann die Schwebungen, welch Interferenz der Wellen in den Kopfknochen hervorgehen (§. 406 ſcheiden [2]). Sie fallen nur ſchwächer aus, als wenn ſich beid vor einem Ohre befinden.

Viele Perſonen beſitzen die Fähigkeit, zwei verſchiedenen Geſprächen gl folgen. Es iſt keine Frage, daß nur eine eigene Art von Aufmerkſamkeit zu tigkeit führen kann. Es fragt ſich aber, ob dann nicht der Menſch die gena ſcheidung der Eindrücke, die ſeine beiden Ohren treffen, zu ſeinem Vortheile ſucht.

Es kommt bisweilen krankhafter Weiſe vor, daß ein Menſch die Töne i und daß die eine der beiden Tönungen höher als die andere ausfällt [3]). Das ſchwindet bisweilen, ſo wie man eines der beiden Ohren verſtopft. Das Hilf ſagt jedoch in anderen Fällen. Die Erklärung dieſer Art von Abweichung ſo ungewiß, als die der krankhaften Zuſtände, in denen drei oder vier Töne gehört worden ſein ſollen. Beſchränkte ſich der Unterſchied nur auf die Stär Klang der Töne, ſo ließe ſich noch am eheſten vermuthen, daß die Schallwe derer Weiſe zu dem einen, als zu dem anderen Ohre fortgepflanzt werden, u der der Menſch beide Empfindungen trennt und als zwei verſchiedene Töne faßt (§. 1029.) —

[1]) Seebeck, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXVIII. Leipzig. 1846. 449 453.

[2]) Dove, in dem Repertorium der Phyſik. Bd. III. S. 404. Seebeck. Seite 452.

[3]) Vergl. z. B. Ed. Schmalz, Erfahrungen über die Krankheiten des Ge ihre Heilungen. Leipzig. 1846. 8. S. 15. 16.

Riechen.

Die Geruchswerkzeuge besitzen keine so ausgedehnten Vorbereitungs- 4082
bilde, wie das Auge oder das Ohr. Wir werden in der Nervenlehre
ben, daß der Riechnerve die eigentlichen Geruchsempfindungen vermit-
lt, die in der Nasenschleimhaut endigenden Zweige des dreigetheilten Ner-
n dagegen den Tasteindrücken vorstehen. Beide Arten von Nervenfa-
rn verbreiten sich unmittelbar in dem Gewebe der Schneider'schen Mem-
an. Dieses und das bekleidende Flimmerepithelium kann daher allein
e Wirkung, welche die riechenden Dünste ausüben, auf die Nervenfasern
ertragen. So einfache Verhältnisse kehren nur noch in den Geschmacks-
d den Tastwerkzeugen wieder.

Die bis jetzt bekannten anatomischen Thatsachen scheinen anzudeuten, 4083
ß nur ein Theil der inneren Nase als Sinneswerkzeug thätig ist. Es
lang bis jetzt noch nicht, Fasern der Geruchsnerven an allen Stellen
r Schneider'schen Haut nachzuweisen. Man konnte sie nur in den Sieb-
inzellen, den oberen und mittleren Muscheln und der Nasenscheide-
and bis ungefähr zu deren unterem Viertheile verfolgen. Da sie je-
ch sehr leicht dem Anblicke entgehen, und in ihrer feineren Verbreitung
nseit der rautenförmigen Geflechte unkenntlich werden, so muß in dieser
insicht jedes sichere Urtheil vorläufig dahin gestellt bleiben. Kein Zweig
r Geruchsnerven dringt, so viel man weiß, in die Nebenhöhlen der Nase.

Die zahlreichen Unebenheiten, die in dem Innern der Nasenhöhle 4084
rkommen, vergrößern zunächst die Oberfläche der Schneider'schen Haut.
ie riechenden Dünste können daher eine bedeutendere Menge empfängli-
er Punkte bestreichen. Diese Einrichrung erhöht zunächst die Quantität
r Eindrücke. Sie wirkt wahrscheinlich in ähnlicher Weise, wie die
hneckentreppe für das Gehörorgan (§. 4026.) oder die Geschmackswärz-
en für die Zunge.

Die Vorsprünge und die Vertiefungen müssen überdies den Gang 4085
s Luftstromes, welcher das Riechen möglich macht, bestimmen helfen.
ie können die Luftmassen ablenken, gewissermaßen brechen und zu eige-
n Bewegungsarten zwingen. Die untere Muschel wirkt in dieser Hin-
ht eben so gut, wie die übrigen Unebenheiten, die höher oben in der
asenhöhle vorkommen. Sie ist es gerade, die in manchen scharf riechen-
n Säugethieren stärker ausgebildet und mit einer größeren Menge von
rtsätzen versehen wird. Sollte sie in der That keine Fasern des Ge-
chsnerven aufnehmen, so ließen sich die eben erwähnten Verhältnisse nur
it mechanischen Wirkungen in Beziehung bringen. Man könnte dann
e untere Muschel als eine Art von Vorbereitungswerkzeug des Geruchs-
rgans ansehen.

Riechende Körper. — Betrachten wir die Nebenverhältnisse, un- 4086
er denen sie unsere Geruchswerkzeuge zu ihrer eigenthümlichen Thätigkeit
nregen, so gelangen wir zu der Ueberzeugung, daß sie Theile ihrer ei-

genen Masse und zwar wahrscheinlich nicht in fester, sondern in elastisch-flüssiger Form an die Luft, die wir einathmen, abgeben. Die Verflüchtigung gewisser Stoffe bildet daher die Vorbedingung des Riechens. Alle Einflüsse, welche diese begünstigen, unterstützen auch die Dauer oder die Stärke der Geruchsempfindung.

Ein Körper bewahrt seinen Geruch so lange, als er nicht die in ihm enthaltenen flüchtigen und riechenden Stoffe an das sie umgebende Mittel abgegeben hat. Mechanische Eingriffe, die mit Erwärmung verbunden sind, verstärken den Geruch. Sie können ihn aber auch um so schneller vernichten, weil die riechbaren Verbindungen um so rascher entfernt werden. Viele Mineralien, Knochen und andere feste Körper beginnen erst eigenthümlich zu riechen, so wie man sie klopft oder sonst mechanisch beschädigt. Reibt man Veilchen oder Reseda anhaltend mit den Fingern, so können sie ihren Geruch nach kurzer Zeit verlieren.

4087 Es läßt sich erwarten, daß die Verdünnung der Luft das Ausströmen der riechenden Theilchen beschleunigen wird. Durchgeführte Untersuchungen fehlen noch in dieser Beziehung **Hughens** und **Papin** fanden, daß eine Rosenknospe, die vierzehn Tage lang in dem luftleeren Raume eingeschlossen worden war, ihren Duft vollständig beibehalten hatte. Wurde sie aber dann an die freie Luft gebracht, so verlor sie ihn schon nach zwei Stunden.

4088 Die höhere Wärme begünstigt das Riechen. Viele Körper entbinden erst ihre Gerüche, so wie die Temperatur eine gewisse Größe erreicht hat. Die Glühhitze vertreibt die eigenthümlichen Riechstoffe der pflanzlichen oder thierischen Theile. Wir vermissen daher den Geruch in den Aschenresten derselben.

4089 Die eigenthümlichen und meist unangenehmen Gerüche, welche die Fäulniß begleiten, scheinen vorzugsweise an flüchtige organische Verbindungen gebunden zu sein. Sie schwinden, so wie die Umänderung bis zur ausschließlichen Erzeugung von Kohlensäure, Wasser und Stickstoff fortgeschritten ist. Nur manche binäre Verbindungen, welche auf diesem Wege entstehen, wie z. B. das Ammoniak, wirken wieder in eigenthümlicher Weise auf die Geruchsorgane. Die gleichzeitige Entfernung von Wasserdämpfen übt hierbei einen wesentlichen Einfluß aus Das vollkommene Eintrocknen hebt die Gerüche auf. Sie wechseln mit den verschiedenen Stadien der fauligen Zersetzung, und je nachdem diese mit Hilfe von vielem Wasser zu Stande kommt oder nicht.

4090 Können sich Wasserdämpfe aus einem Körper entbinden, so riecht er auch um so leichter. Viele Massen, die keinen Geruch im trockenen Zustande entwickeln, regen unsere Riechorgane an, so wie sie befeuchtet werden. Es hängt vielleicht hiermit zum Theil zusammen, daß manche Pflanzen ihre Wohlgerüche nur zu gewissen Tages- oder Nachtzeiten und andere erst bei dem Eintrocknen oder umgekehrt bei der Befeuchtung entwickeln.

Eine Reihe kritisch zu sichtender Beispiele findet sich in: H. **Cloquet**, Osphrésiologie. Weimar, 1824. 8. S. 35 — 39.

Poröse Körper halten die Riechstoffe mit einer fast unglaublichen Zä- 4091
higkeit zurück. Papier, Wolle, Baumwolle, Federn und ähnliche Stoffe
nnen ihren einmal angenommenen Geruch die längste Zeit bewahren.
Haller[1]) führt z. B. an, daß Papiere, die mit einem Gran Ambra durch-
uftet waren, ihren Geruch noch nach 40 Jahren nicht verloren hatten.
Es ist bekannt, daß der Geruch des Tabaksrauches mit großer Zähigkeit
n Büchern und der des Moschus an Wäsche haften bleibt.

Diese Thatsachen müssen schon zu der Ueberzeugung führen, daß die 4092
eringsten Mengen der Riechstoffe, die unsere Waagen nicht im Entfernte-
en mehr angeben können, die Geruchswerkzeuge auf das Lebhafteste anre-
en. Ein Milligramm Moschus und noch weniger, das man einer geeig-
eten höheren Wärme aussetzt, reicht hin, ein Zimmer für Monate zu
urchduften. Die augenblickliche Berührung eines Gefäßes, das einen
Moschusbeutel enthält, genügt, um den Geruch Stunden und selbst Tage
ng an den Kleidern des Menschen haften zu lassen.

Boyle[2]) fand schon, daß mehr als 100 Gran Ambra keinen merklichen Gewichts-
erlust innerhalb 3½ Tagen erlitten. Ein Moschusbeutel, der auf einem Uhrglase lag,
ab sich unter einem umgestürzten Gefäße in einem Schranke befand, verbreitete einen
haltenden starken Moschusgeruch in dem Zimmer und einem anstoßenden Nebengange,
enn auch diese Räume mehrere Male des Tages gelüftet wurden. Er hatte dessenun-
eachtet weniger als 1 Milligramm in 262 Stunden oder in beinahe 11 Tagen verlo-
en. Befand er sich 3⅛ Tage in einer mit Wasserdünsten gesättigten Atmosphäre, so
onnte noch kein Gewichtsunterschied mit der Waage nachgewiesen werden. Diese und
hnliche Thatsachen liefern jedoch keine entscheidenden Beweise, weil die meisten riechenden
örper hygroskopisch sind oder ihren Feuchtigkeitsgehalt nach Maßgabe der Nebenbedin-
ungen ändern. Bedenken wir, daß eine geriebene Kupfer- oder Zinkplatte einen eigenen
Geruch entbinden, ohne daß sich ihr bestimmbares Gewicht zu verringern braucht, so ließe
ich diese Art von Erscheinungen eher zu Schlüssen benützen. Man mußte jedoch hier-
ei voraussetzen, daß die Riechstoffe nur von dem Metall und nicht von dem Einflusse,
en es auf den reibenden Körper ausübt, herrühren.

Ich habe in neuerer Zeit theils allein, theils mit Clemens, eine Reihe von Ver-
uchen angestellt, um die Minima von Riechstoffen, welche unsere Nase auffassen kann, zu
estimmen. Die näheren Zahlenergebnisse, welche diese Bemühungen lieferten, sind in Anhang Nr. 171.
Nr. 171. des Anhanges verzeichnet.

Wollte ich wenige Milligramme einer nicht zu flüchtigen ätherischen Flüssigkeit in
einen großen Ballon, z. B. von 55,66 Liter Rauminhalt, eintröpfeln,
so bediente ich mich kleiner dünnwandiger und mit Stielen versehener
Glaskügelchen, wie man sie zur Elementaranalyse flüchtiger Körper ge-
braucht, und wie sie Fig. 335. ihrer Form nach darstellt. Obgleich der
Umfang der Kugel ⅓ bis 1½ C.-C., die Länge des Röhrchens un-
gefähr 10 Centimeter und dessen Breite ⅓ bis ¼ Millimeter zu be-
tragen pflegte, so schwankte doch nur ihr Gewicht in der Regel zwischen
0,150 bis 0,200 Grm. Hat man das Kügelchen einige Augenblicke in
der Hand gehalten und auf diese Weise erwärmt, so taucht man den
Stiel mittelst einer Pincette in die riechende Flüssigkeit. Es geht dann
eine gewisse Menge derselben bei dem Erkalten empor. Nun wird der
Stiel getrocknet und das Ganze genau tarirt. Man faßt dann den
Stiel mit der Pincette und hält ihn senkrecht über den Ballon. So
wie das Kügelchen irgend erwärmt wird, tritt ein Tröpfchen zur Röhre heraus. Ist
dieses abgefallen, so giebt das Gewicht, welches zur Erreichung der früheren Tara zuge-
legt werden muß, die Schwere des Tröpfchens.

Fig. 335.

[1]) Haller, Elementa Physiologiae c. h. Lausannae 1763 4. Tom. V. p. 157.
[2]) Cleaver, Ophrasiologie. Weimar, 1824. 8. S. 31.

Wollte ich Gase oder Dämpfe in dieser Hinsicht prüfen, so nahm ich zwei [illegible] leichte langgestielte Kügelchen, befestigte die Röhrentheile in einem Korke, [illegible] in zwei Längshälften geschnitten und mit den nöthigen Längenfurchen versehen [illegible] wurden die Kügelchen über der Weingeistlampe erwärmt. Man steckte dann [illegible] theile der Röhrchen in die Entbindungsröhre des Gases oder Dampfes und [illegible] Ganze erkalten. War dieses einige Male wiederholt worden, so wurden die [illegible] Röhrchen so rasch, als möglich, zugeschmolzen. Man muß übrigens bei der Er[illegible] Sorge tragen, daß sich nicht ein weißer Schwefelmilchniederschlag bei dem Gebra[illegible] Schwefelwasserstoff und weiße Dämpfe von Phosphorsäure bei dem Einführen v[illegible] phorwasserstoff bilden.

Ich senkte nun das eine der beiden Kügelchen in eine genaue nach Cubikcen[illegible] getheilte und mit Wasser zum Theil gefüllte Maßröhre, und bestimmte das [illegible] des Ganzen. Da die Wände sehr dünn waren, so konnte dieser Werth für den [illegible] inhalt ohne störenden Fehler gewonnen werden. Nun füllte ich ein kleines, in [illegible] genau getheiltes und mit einer engen Mündung versehenes Fläschchen mit einem [illegible] den Absorptionsmittel, brach die Spitze des Röhrchens ab und stellte es in die Flü[illegible] deren Höhe vor und nach dem Versuche bestimmt wurde. Die frühere Gewichtsbes[illegible] mung hatte ergeben, daß jeder Grad des Fläschchens 0,07 Cubikcentimeter Raumin[illegible] entsprach. Ich konnte so die verhältnißmäßige Menge des Gases ermitteln. So [illegible] die Absorption beendigt war, wurde das Kügelchen oben zerschlagen, um sich zu übe[illegible] gen, daß sich keine übrig gebliebene Gasmenge durch den Geruch verrieth.

Die kleineren Flaschen, in denen das zweite zu dem Hauptversuche dienende Kü[illegible] chen zerschlagen werden sollte, wurden bisweilen vorher ausgetrocknet, indem man [illegible] mit Chlorcalcium gefülltes Röhrchen in ihrem Innern anbrachte und das Ganze m[illegible] rere Tage lang verschlossen stehen ließ. Es zeigt sich aber, daß dieses Verfahren nic[illegible] vollkommen genügte, weil die oberen Theile des Chlorcalciums fest zusammenklebten u[illegible] die unteren unzerflossen blieben, wenn selbst noch sichtliche Tröpfchen an den Wänden [illegible] Flasche vorhanden waren. Hatte dagegen ein offenes, mit Schwefelsäure gefülltes G[illegible] fäß in einer Flasche von 7,3 oder einem Ballon von 55,66 Liter, einige Tage gehang[illegible] so konnte keine Spur von Feuchtigkeit mehr wahrgenommen werden.

Ich maß nun den Umfang des zweiten Kügelchens auf die früher erwähnte We[illegible] trocknete es, hing es an einen Coconfaden und senkte es in einen Behälter von gem[illegible] nem Rauminhalte ein. Dieser wurde dann geschlossen und so lange geschüttelt, bis [illegible] gelchen und Röhrchen in mehrere Stücke zerbrochen und das ausgetretene Gas mit [illegible] Luft gehörig vermischt waren. Der Geruch entschied hierauf über den Erfolg. Wo[illegible] ich noch kleinere Mengen gebrauchen, so wurde ein Stück des Röhrchens abgeschmol[illegible] seine Länge mit einem Haarcirkel und seine Breite mit dem Schraubenmikrometer [illegible] Mikroskopes bestimmt. Man zerschnitt dann das Röhrchen in dem Halse des Ball[illegible] ließ es hinabfallen und verschloß das Ganze so rasch als möglich, um es ein paar [illegible] nuten später zu prüfen.

Ich versuchte mehrere Male eine verdünnende Uebertragung der Gasmischung v[illegible] zunehmen. Gesetzt, ich hatte das erste Zerschlagungskügelchen in eine Flasche von [illegible] C.-C. Rauminhalt eingesenkt, so schloß ich sie mit einem Zapfen, durch welchen die Rö[illegible] eines zweiten Kügelchens, dessen Rauminhalt vorher bestimmt worden, hindurchg[illegible] Nun wurde das erste Kügelchen zerschlagen. Man erwärmte das zweite mehrere M[illegible] ließ es dazwischen erkalten und schmolz endlich sein Röhrchen zu. Man hatte so [illegible] Luftmasse, die einen berechnenbaren sehr kleinen Bruchtheil des ursprünglichen Gases [illegible] hielt. Zerschlug man dieses in einer zweiten Flasche, so hatte man ein sehr bedeuten[illegible] bestimmbares Minimum des riechenden Stoffes. Diese Uebertragungsversuche mißlin[illegible] aber häufig, weil die geringste übrig bleibende Spalte eine Diffusion mit der umgeben[illegible] Atmosphäre möglich macht.

Die ätherischen Oele bieten sehr viele Schwierigkeiten dar, weil schon merkliche M[illegible] gen von ihnen während des Abwiegens verdunsten können. Man müßte sie daher in [illegible] geschmolzenen Behältern abwägen. Da dieses neue Schwierigkeiten für das Versuchs[illegible] fahren bereiten würde, so bediente ich mich folgender Methode. Ich goß ein kleines [illegible] ches Tröpfchen auf einer Glasplatte aus, erwärmte das Kügelchen mit der Hand, fa[illegible] das Röhrchen mit der Pincette, ließ ein oder mehrere Oelsäulchen eintreten und zog [illegible] Ganze hinweg, ehe sich die Spannkraft des Inhaltes der Kügelchen mit der der Lu[illegible]

eglichen hatte. Es gelingt so in günstigen Fällen, daß die Oelsäulchen in dem s Röhrchens und von dessen Mündung entfernt stehen bleiben. Man kann tariren, ohne daß es während des Abwägens merklich leichter wird. Man hmelzen, ohne daß das Oel an der Mündung des Röhrchens verbrennt und e Oeldämpfe das Kügelchen mit einem Knalle zum Bersten bringen. Will n das Oel in dem geschlossenen gestielten Röhrchen unter dem Einflusse der : als möglich verdunsten lassen, so mißlingt der Versuch in der Regel, weil wieder Tröpfchen an anderen kühleren Stellen absetzen und ohnedies der dem entsprechende Antheil mechanisch verspritzt wird. Ich ließ daher z. B. Ro- isten, so daß die Tröpfchen in dem Anfangstheile des Röhrchens ausgeschieden schmolz dann so rasch als möglich, ein nur mit Dunst gefülltes Stückchen ns zu. Dieses wurde seinem Rauminhalte nach mikrometrisch bestimmt, wie- irmt und in dem Behälter auf die früher erwähnte Weise zerschnitten.

ideres Verfahren gebrauchte ich endlich für den Moschus. Ich ließ eine ge- nge absoluten Weingeistes auf eine gewogene Menge frischen Moschus bester ere Stunden in einem verschlossenen Raume wirken und suchte das, was der ufgenommen, quantitativ zu bestimmen. Es war weniger als 1 Milligramm, n 14 Milligramm dieses Weingeistes mit 26,3 Grm. Wasser und dann 30 n dieser Flüssigkeit mit 28,1 Grm. Wasser vermischt. Man sieht leicht, daß Anhang Nr. 171.

Flüssigkeit weniger, als $\frac{1}{2000000000}$ ihrer Masse von der durch den Wein- isten Substanz des Moschus enthielt.

ich endlich auffinden, welche Mengen einer Moschuslösung nöthig sind, damit wahrgenommen werde, so zog ich ein Kügelchen mehrere Male durch eine ingeistflamme, um es möglichst auszutrocknen, wog es dann genau ab, machte em warm, ließ beliebige Mengen der wässerigen Moschusflüssigkeit bei dem porsteigen und richtete es dabei so ein, daß das untere Ende des Röhrchens hen enthielt. Nun wurde jenes abgetrocknet und zugeschmolzen. Die Ge- me gab die Menge der aufgenommenen Flüssigkeit. Hierauf wurde das Ganze gestellt, das Kügelchen, das die höchste Stelle einnahm, aufgeklopft und die uf ihren Geruch geprüft.

wir die vorzüglichsten Ergebnisse dieser Bemühungen zusammen, so ha-

m. — Eine Luftmasse, die höchstens $\frac{1}{20000}$ ihres Umfanges an Brom- lt, rief noch den deutlichsten Bromgeruch hervor. Blieb auch die Flasche of- so erhielt sich dessenungeachtet der Geruch. 1 C.-C. der Luft führte hier- lich höchstens $\frac{1}{25000}$ eines Milligramms von Brombampf. Ein zweiter Ver- och weiter. Ein Luftraum, der im günstigsten Falle $\frac{1}{200000}$ Brombampf ch noch sehr stark nach Brom und zwar im ersten Augenblicke auffallend

1 C.-C. Luft führte hier höchstens $\frac{1}{30000}$ eines Milligramms an Brom.

wurde wahrgenommen, ehe eine mäßige Einathmung vollendet war. Neh- st an, daß 50 C.-C. durch die Nase strichen, bis der Eindruck aufgefaßt giebt sich, daß höchstens $\frac{1}{600}$ eines Milligramms Brom, wahrscheinlich aber , hinreicht, den eigenthümlichen Geruch dieses Körpers auf das Deutlichste tlein zu bringen.

uftmischung, die höchstens $\frac{1}{2500000}$ ihres Umfanges an Brombämpfen enthielt,

ehr deutlich. Es war vielleicht im Anfange eine Spur des eigenthümlichen ihrzunehmen.

sphorwasserstoffgas. — Eine Flasche, deren Luftinhalt weniger als Volumens an Phosphorwasserstoff führte, behielt ihren starken widerlichen stank mehrere Stunden lang, wenn sie selbst offen stehen blieb. Enthielt die in einem anderen Versuche $\frac{1}{35000}$ des genannten Gases, so zeigte sich ein Knoblauchgeruch im ersten Augenblicke und ein schwächerer in der Folge. ir hier wiederum die Verhältnisse für 50 C.-C., so folgt, daß $\frac{1}{50}$ eines

Milligramms mehr als hinreichend ist, um den Knoblauchgeruch des Phosphorwasserstoffes mit großer Stärke hervorzurufen. Luft, die nur $\frac{1}{1000000}$ Phosphorwasserstoff enthielt, brachte keine deutliche Wirkung mehr auf meine Geruchswerkzeuge hervor.

3) Schwefelwasserstoff. — Eine Flasche, deren Luftraum weniger als $^1/_{150}$ Schwefelwasserstoff enthielt, roch auf das Durchdringendste nach faulen Eiern. Hatte ich sie zur Hälfte mit Wasser gefüllt, und ließ sie dann offen bei ungefähr 15° bis 20° C. stehen, so war der Geruch noch nach 24 Stunden zu bemerken. Das Gleiche kann sich an einer trockenen Flasche wiederholen.

Eine Luftmasse, die weniger als $\frac{1}{1700000}$ ihres Umfanges an Schwefelwasserstoff führte, ließ im Anfange noch einen schwachen Geruch von Schwefelwasserstoff erkennen. Nehmen wir auch an, daß hier 100 C.-C. durch die Nase gehen mußten, ehe die Wirkung zu Stande kam, so ergiebt sich, daß weniger, als $^1/_{5000}$ Milligramm Schwefelwasserstoff hinreicht, um einen schwachen Geruch nach faulen Eiern zu veranlassen.

4) Ammoniak. — Es steht den übrigen, von mir geprüften Riechkörpern bedeutend nach. Ich konnte es nicht mehr riechen, wenn die Atmosphäre $^1/_{33000}$ Ammoniakdämpfe enthielt. Ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab erzeugte aber hier noch sehr deutliche weiße Nebel.

5) Moschus. — Eine wässerige Flüssigkeit, die weniger als $^1/_{2500000}$ ihres Gewichtes von dem Weingeistauszuge des frischen Moschus feinster Sorte enthielt, roch noch wochenlang auf das Durchdringendste nach Moschus. Der Geruch war so stark, daß er deshalb einen großen Theil seiner Annehmlichkeit verlor. 45 Milligramm dieser Flüssigkeit reichten hin, um sogleich einen schwachen, aber unzweifelhaften Moschusgeruch hervorzurufen. Diese 45 Milligramm enthielten aber weniger, als $^1/_{42500}$ eines Milligramms des Weingeistauszuges des Moschus. 101 Milligramm der Flüssigkeit, die weniger, als $^1/_{20000}$ eines Milligramms jenes Weingeistauszuges enthielten, riefen einen durchdringenden Moschusgeruch hervor.

Eine Flüssigkeit, die $\frac{1}{2000000000}$ ihres Gewichtes von dem Weingeistauszuge enthielt, roch gewöhnlich nicht mehr nach Moschus. Man konnte aber den schwachen Moschusgeruch in einzelnen Fällen noch wahrnehmen, wenn man das Ganze schüttelte, nur mit einem Nasenloche aufmerksam roch, oder ungefähr 1 Grm. erwärmte. Wir können daher annehmen, daß die Grenze der Wahrnehmbarkeit nahebei einzutreten schien, wenn im Ganzen weniger, als $\frac{1}{2000000}$ eines Milligramm jenes Weingeistauszuges dargeboten wurde. Eine Flüssigkeit, die $\frac{1}{3300000000}$ ihres Gewichtes von jenem Körper enthielt, ließ den Moschusgeruch unter keinen Verhältnissen erkennen. Der absolute Alkohol hatte übrigens einen großen Theil, nicht aber allen Riechstoff des Moschus und wahrscheinlich noch andere Bestandtheile desselben aufgenommen.

Aetherische Oele. — Ein Luftraum, der höchstens ein zehn Millionteltel seines Volumens von dem Dampfe des Rosenöles enthielt, roch noch sehr deutlich nach Rosenduft. Eine Luftmasse, der im Ganzen ungefähr $^1/_{10}$ Milligramm Rosenöl und $\frac{1}{2000000}$ Milligramm für jeden Cubikcentimeter preisgegeben war, hatte noch einen schwachen Rosengeruch für kurze Zeit dargeboten. Nehmen wir wiederum an, daß 100 C.-C. durch die Nase strömen mußten, ehe der Eindruck zu Stande kam, so würden $^1/_{20000}$ eines Milligramms zu dem entscheidenden Erfolge hinreichen. Bedenken wir aber, daß selbst das feinste Rosenöl zu einem sehr großen Theil aus einem geruchlosen fetten Oele besteht, so ergiebt sich, daß wahrscheinlich der eigentliche Riechstoff des flüchtigen Antheiles beträchtlich weniger betragen kann.

Ein Luftraum, dem $^1/_{50000}$ eines Milligramms frischen Pfeffermünzöles für jeden Cubikcentimeter dargeboten worden war, roch noch sehr deutlich nach Pfeffermünze und erzeugte den bekannten belebenden Eindruck bei dem Einathmen. Obgleich der Ballon offen geblieben war, so erhielt sich der Geruch noch länger, als 24 Stunden. Es war dabei die größte Menge des Oeles nicht verdunstet.

Ließ ich eine Mischung von Pfeffermünzöl und Weingeist in einem großen Ballon

ei 25° C. verdunsten, so daß hierbei $\frac{1}{170000}$ eines Milligramms des Oeles je einem ubikcentimeter dargeboten wurde, so zeigte sich ein schwacher, aber nicht zu verkennen- er Pfeffermünzgeruch. Der Weingeistgeruch war nicht zu unterscheiden. Wir können eraus schließen, daß weniger, als $\frac{1}{1700}$ eines Milligramms genügt, um diese eigenthüm- che Geruchsempfindung herbeizuführen.

Ein Luftraum, der $\frac{1}{14000}$ eines Milligramms des Wurmkrautöles für jeden .-C. zur Verfügung hatte, verbreitete den bekannten unangenehmen Geruch dieses Oe- s in durchdringender Weise.

Wurden 5 Milligram Nelkenöl in einen Ballon von 55,66 Liter eingetropft, so ß ungefähr $\frac{1}{10000}$ eines Milligramms einem Cubikcentimeter des Gases entsprachen, roch der Ballon mehr, als 3 Monate nach Gewürznelken und zwar keineswegs in un- deutendem Grade.

Diese Beobachtungen, welche sämmtlich im Laufe des Juni und Juli bei ungefähr 3° bis 25° der Lufttemperatur angestellt wurden, führten übrigens noch zur Erkenntniß niger Nebenverhältnisse, welche hier in Betracht kommen müssen.

Enthielt ein größerer Behälter nur Spuren eines riechenden Körpers, und führte h in ihn eine lange Glasröhre, die mit dem anderen Ende in einem meiner Nasenlö- er steckte, ein, so ereignete es sich, daß der Geruch nicht an allen Orten wahrgenommen erden konnte, sei es, daß sich ein Theil des Raumes begünstigterer Verhältnisse erfreute, der daß die zufällige Mechanik des Riechens die Verschiedenheit herbeiführte. Wollte h einen schwachen Geruch auffassen, so kam es nicht selten vor, daß eine tiefe Einath- ung gar keine Empfindung oder erst an ihrem Schlusse einen Eindruck lieferte. Dieser nd sich bisweilen bei der nächstfolgenden Ausathmung ein. Er kam eher zu Stande, enn ich wenig Luft in die Nasenhöhle einzog und sie sogleich wieder zurückstieß. Die Bewegungsverhältnisse des riechbaren Gases übten mit einem Worte einen wesentlichen Einfluß aus.

Ein stärkerer Geruch unterdrückte leicht einen schwächeren. Eine Flasche, die nach Nelkenöl duftete, verdrängte bisweilen einen sehr schwachen Geruch nach Pfeffermünze nd noch mehr einen solchen nach Rosenöl oder einen sehr schwachen Moschusgeruch. Hatte ich 0,254 Grm. des Pfeffermünzöles mit 22,169 Grm. absoluten Alkohols ge- ischt, so war der sensuelle und sensible Eindruck des Weingeistes bei weitem vorherr- chend. Ließ ich dagegen eine kleine Menge dieser Mischung in einem großen Luftraume erdampfen, so fehlte der Geruch des Weingeistes gänzlich, während der des Pfeffer- ünzöles deutlich vorhanden war.

Die Zähigkeit, mit der sich die Gerüche erhalten, wechselt ebenfalls in hohem Grade. Nelkenöl bleibt länger, als Pfeffermünzöl und dieses beträchtlich länger, als Rosenöl, des- en Duft überhaupt verhältnißmäßig schnell vergeht.

Ist ein Riechstoff in zu großer Menge vorhanden, so macht er einen anderen Ein- ruck, als wenn nur kleine Quantitäten zu Gebote stehen. Größere Massen von Nel- enöl riechen unangenehm, kleine dagegen angenehm. Der Moschus in Substanz wirkt betäubend. Es kommt sogar vor, daß Stückchen von ihm gar nicht riechen, während sie Papier und andere poröse Körper vollständig durchduften können.

Es kehrt wahrscheinlich hier ein Gesetz wieder, das wir bei der Betrachtung der Ge- chmackseindrücke ausführlicher kennen lernen werden. Wenn nämlich eine riechende Masse verhältnißmäßig concentrirter ist, so hat die Empfindung vermuthlich geringere ab- olute Mengen des Riechstoffes, als wenn die Mischung verdünnter ausfällt, nöthig.

Die ätherischen Oele verriethen noch zwei Eigenthümlichkeiten. Es ereignete sich sehr äufig, daß der Geruch im Anfange fehlte, dann allmälig stärker hervortrat und in der Folge wieder abnahm, sich aber auf dieser niedrigeren Stufe mit größerer Zähigkeit erhielt. Ein verhältnißmäßig kleiner Wärmeunterschied übte einen bedeutenden Einfluß aus. Wenn Flaschen, deren Inneres 23° bis 25° C. angab, nicht dufteten, so brauchte man sie nur kurze Zeit dem Sonnenlichte auszusetzen, damit man die unbedeutenden Mengen des Rosen-, des Pfeffermünz- oder des Nelkenöles auf das Deutlichste roch. Die Wärme hatte sich aber nur auf 25° bis 27°, selten bis 30° C. gehoben.

Milligramms mehr als hinreichend iſt, um den Knoblauchgeruch des Phosphorwaſſerſtoffes mit großer Stärke hervorzurufen. Luft, die nur $\frac{1}{1000000}$ Phosphorwaſſerſtoff enthielt, brachte keine deutliche Wirkung mehr auf meine Geruchswerkzeuge hervor.

3) Schwefelwaſſerſtoff. — Eine Flaſche, deren Luftraum weniger als $\frac{1}{\dots}$ Schwefelwaſſerſtoff enthielt, roch auf das Durchdringendſte nach faulen Eiern. Hatte ich ſie zur Hälfte mit Waſſer gefüllt, und ließ ſie dann offen bei ungefähr 15° bis 20° R. ſtehen, ſo war der Geruch noch nach 24 Stunden zu bemerken. Das Gleiche kann ich an einer trockenen Flaſche wiederholen.

Eine Luftmaſſe, die weniger als $\frac{1}{1700000}$ ihres Umfanges an Schwefelwaſſerſtoff führte, ließ im Anfange noch einen ſchwachen Geruch von Schwefelwaſſerſtoff erkennen. Nehmen wir auch an, daß hier 100 C.-C. durch die Naſe gehen mußten, ehe die Empfindung zu Stande kam, ſo ergiebt ſich, daß weniger, als $\frac{1}{5000}$ Milligramm Schwefelwaſſerſtoff hinreicht, um einen ſchwachen Geruch nach faulen Eiern zu veranlaſſen.

4) Ammoniak. — Es ſteht den übrigen, von mir geprüften Riechkörpern bedeutend nach. Ich konnte es nicht mehr riechen, wenn die Atmoſphäre $\frac{1}{\dots}$ Ammoniakdämpfe enthielt. Ein mit Salzſäure befeuchteter Glasſtab erzeugte aber hier noch ſehr deutliche weiße Nebel.

5) Moſchus. — Eine wäſſerige Flüſſigkeit, die weniger als $\frac{1}{\dots}$ ihres Gewichtes von dem Weingeiſtauszuge des friſchen Moſchus feinſter Sorte enthielt, roch noch wochenlang auf das Durchdringendſte nach Moſchus. Der Geruch war ſo ſtark, daß er beinahe einen großen Theil ſeiner Annehmlichkeit verlor. 45 Milligramm dieſer Flüſſigkeit reichten hin, um ſogleich einen ſchwachen, aber unzweifelhaften Moſchusgeruch hervorzurufen. Dieſe 45 Milligramm enthielten aber weniger, als $\frac{1}{40000}$ eines Milligramms des Weingeiſtauszuges des Moſchus. 101 Milligramm der Flüſſigkeit, die weniger, als $\frac{1}{\dots}$ eines Milligramms jenes Weingeiſtauszuges enthielten, riefen einen durchdringenden Moſchusgeruch hervor.

Eine Flüſſigkeit, die $\frac{1}{2000000000}$ ihres Gewichtes von dem Weingeiſtauszuge enthielt, roch gewöhnlich nicht mehr nach Moſchus. Man konnte aber den ſchwachen Moſchusgeruch in einzelnen Fällen noch wahrnehmen, wenn man das Ganze ſchnell nur mit einem Naſenloche aufmerkſam roch, oder ungefähr 1 Grm. erwärmte. Wir können daher annehmen, daß die Grenze der Wahrnehmbarkeit nahebei einzutreten ſcheint, wenn im Ganzen weniger, als $\frac{1}{2000000}$ eines Milligramm jenes Weingeiſtauszuges dargeboten wurde. Eine Flüſſigkeit, die $\frac{1}{3300000000}$ ihres Gewichtes von jenem Auszuge enthielt, ließ den Moſchusgeruch unter keinen Verhältniſſen erkennen. Der abſolute Alkohol hatte übrigens einen großen Theil, nicht aber allen Riechſtoff des Moſchus, wahrſcheinlich noch andere Beſtandtheile deſſelben aufgenommen.

Aetheriſche Oele. — Ein Luftraum, der höchſtens ein zehn Millionteltheil ſeines Volumens von dem Dampfe des Roſenöles enthielt, roch noch ſehr deutlich nach Roſenduft. Eine Luftmaſſe, der im Ganzen ungefähr $\frac{1}{20}$ Milligramm Roſenöl, oder $\frac{1}{2000000}$ Milligramm für jeden Cubikcentimeter preisgegeben war, hatte noch einen ſchwachen Roſengeruch für kurze Zeit dargeboten. Nehmen wir wiederum an, daß 100 C. C. durch die Naſe ſtrömen mußten, ehe der Eindruck zu Stande kam, ſo würden $\frac{1}{\dots}$ eines Milligramms zu dem entſcheidenden Erfolge hinreichen. Bedenken wir aber, daß ſelbſt das feinſte Roſenöl zu einem ſehr großen Theil aus einem geruchloſen feſten Oele beſteht, ſo ergiebt ſich, daß wahrſcheinlich der eigentliche Riechſtoff des flüchtigen Roſenöles beträchtlich weniger betragen kann.

Ein Luftraum, dem $\frac{1}{\dots}$ eines Milligramms friſchen Pfeffermünzöles für jeden Cubikcentimeter dargeboten worden war, roch noch ſehr deutlich nach Pfeffermünze und erzeugte den bekannten belebenden Eindruck bei dem Einathmen. Obgleich der Verſuch offen gblieben war, ſo erhielt ſich der Geruch noch länger, als 24 Stunden. Es hatte dabei die größte Menge des Oeles nicht verdunſtet.

Auch ich eine Miſchung von Pfeffermünzöl und Weingeiſt in einem großen

Flüssigkeit in den Schlundkopf eindringt. Schnäuzt man sich, ie Hauptmasse bei dem Aufstehen herausgelaufen, so nimmt man achtet im Anfange den Geruch des kölnischen Wassers oder den äure nicht wahr. Aetzendes Ammoniak erzeugt eine stechende g in dem unteren Theile der Nase. Die Fähigkeit des Rie- sich erst nach und nach von Neuem ein, so daß sie nur nach ten ihre frühere Höhe erreicht. Diese Ergebnisse kehren wieder, keit möge 0° oder 50° C. haben. Füllt man die Nasenhöhlen Mischung von einem Theile kölnischen Wassers und 11 Theilen n Wassers, so riecht man das Ganze im Augenblicke des Eingie- t aber später, wenn es in den Nasenhöhlen selbst enthalten ist. de der Mund offen gehalten, und die Neigung zum Schlucken Kitzel, der sich im Anfange geltend machte und manche Versuche , durch die Kraft des Willens unterdrückt, so konnten die Nasen- on meinem Gehilfen und mir ohne weitere Beschwerde gefüllt und n Zustande einige Zeit erhalten werden. Hatten wir die Flüssig- ufen lassen und uns die Nase geschnäuzt, so erregte doch ein al- chusbeutel nicht die geringste Geruchsempfindung im ersten Augen- Sie stellte sich erst nach 1 bis 2 Minuten allmälig ein Verglei- Versuche, die wir noch mit Essigsäure, Aether und kaustischem Am- machten, schienen anzudeuten, daß diese drei Körper gewisse Ver- heiten darbieten. Wir konnten den eigenthümlichen Geruch des und der Essigsäure früher, als den des kaustischen Ammoniaks, stechend wirkte, unterscheiden. Diese Stoffe, welche die Tastnerven e zugleich anregten, schienen auch wieder früher, als der Moschus rechten Empfindungen zu wecken. Die Wärme des in allen die- en eingegossenen Wassers schwankte zwischen 31½ und 36° C.

Flüssigkeitsmenge, welche in die Nasenhöhlen von Weber eingegossen werden ich 16,6 bis 17,2 C.-C. Ein 16jähriger Jüngling ergab 8,3 bis 11,7 C.-C. nir angestellte Versuche lieferten 16 bis 13 C.-C. und eine an meinem Gehil- hte Beobachtung 18½ C.-C. Es fragt sich übrigens, ob und wie viel Flüssig- eser Gelegenheit in die Nebenhöhlen eindringt. Ich spürte nur in einem Falle hmliches, schmerzhaftes Gefühl in der Gegend der rechten Stirnhöhle, so daß e vermuthen möchte, daß das Wasser nur dieses Mal ausnahmsweise so weit gen war. Es versteht sich übrigens von selbst, daß die meßbaren Mengen von , die man nach Beendigung des Versuches erhält, zu klein ausfallen, weil eine enge an der Oberfläche der Schleimhaut hängen bleibt. Ein Theil kann auch unwillkürlichen Oeffnen des weichen Gaumens verloren gehen.

r sehen hieraus, daß die Flüssigkeit, welche die Nasenhöhle aus- 4098
Wirkung der Tastnerven und die der Geruchsnerven in dem er- enblicke abstumpft. Jene kehren aber etwas früher als diese zu ätigkeit zurück. Da sich diese Erscheinungen im Allgemeinen bei ie bei verhältnißmäßig warmem Wasser und bei einer Flüssigkeit, mperatur mit der der Nasenschleimhaut übereinstimmt, wiederho- ann man schließen, daß die Temperaturverhältnisse die Erschei- ht bedingen. Es ist eben so wenig anzunehmen, daß das Flim- elium der Nasenschleimhaut in allen diesen Fällen zu Grunde

4093 Wie die Oele eine Hauptrolle in den duftenden Gewächsen i
men, so sind es vor Allem die fettigen Absonderungen, von den
der eigenthümlichen Ausdünstungen der thierischen Geschöpfe h
Die besonderen Gerüche, welche viele Menschen verbreiten, die
welche sich manche Thiere ihres Gleichen oder anderen vorzü
Brunstzeit kenntlich machen, rühren meist von talgigen Absonder
ducten her. Die Zersetzungsstoffe des lebenden oder todten th
Körpers liefern eine zweite Reihe von Erregern der Geruchsn
Der eigenthümliche Geruch des Urins, des Kothes, und zum T
Schweißes, des Fleisches hängt von den in größeren oder geringe
sen vorhandenen Umsatzkörpern her. Führt endlich die Blutma
thümlich riechende Stoffe, so wird sich der Duft derselben sehr l
Athemgasen mittheilen. Sie riechen daher auch bisweilen nach
Zwiebeln, Knoblauch, so wie diese Substanzen früher durch
dauungswege eingeführt wurden.

4094 Die Ausdrucksweise des gewöhnlichen Lebens vernachläss
Unterschied, der für die physiologischen Verhältnisse von Bede
Wir sagen, daß der Moschus und das Ammoniak riechen. J
aber vor Allem die Nase als Sinneswerkzeug an, während d
zugsweise auf die tastempfindenden Nerven der Schneider'schen
möge seiner ätzenden Eigenschaften einwirkt. Ein Mensch, de
nerven gelähmt sind, wird daher noch das Ammoniak, nicht aber
des Moschus oder einer Blume zu erkennen im Stande sein.

4095 Da viele gasförmige Körper keinen Geruch verbreiten, so
besondere Wirkung auf den Riechnerven von gewissen, noch ve
kannten Nebenbedingungen abhängen. Aeltere Forscher glaubte
len, daß der Geruch nur von einer eigenthümlichen Veränderun
ohne den Beitritt fremdartiger Stoffe herrührt. Andere nah
von der chemischen Zusammensetzung unabhängigen Riechstoff
rector) an. Diese beiden Ansichten finden keine Stütze in den
bekannten Erfahrungen.

4096 Mechanik des Riechens. — Betrachten wir zunäch
dem Lande lebenden Geschöpfe, so führt hier die eingezogene Lu
chenden Dünste der Nasenschleimhaut zu. Es frägt sich daher
Bedingung unerläßlich ist, oder ob auch Riechstoffe, die das W
Vermittelung der Atmosphäre darbietet, von den Geruchsnerven
werden können.

4097 Spritzte Tourtual[1]) wässerige Verdünnungen von Ae
Salzsäure so hoch als möglich in die Nasenhöhle, so vermocht
Geruchsempfindung zu erhalten. E. H. Weber[2]) fand, daß
Nasenhöhlen eines Menschen, der waagerecht liegt und den K
nach unten und hinten überhängen läßt, mit Wasser füllen lä

[1]) C. Th. Tourtual. Die Sinne des Menschen in ihren wechselseitigen
ihres physischen und organischen Lebens. Münster. 1827 8. S. 98.
[2]) E. H. Weber. in Müller's Archiv. 1847 S. 351 — 354.

erior) vergrößern den Umfang der Nasenöffnungen, so wie wir genauer ufzuriechen beginnen. Strengen wir uns hierbei, so sehr als möglich, n, so wirken noch der von dem Stirnmuskel (§. 2814. Fig. 131. *a*) rabkommende schlanke Muskel (Procerus) und der Heber der Oberlippe nd des Nasenflügels (Levator alae narium labiique superioris [Fig. 131. *e*] s runzelt sich daher die Nasenhaut an einzelnen Stellen. Die Winkel r Oberlippe pflegen gleichzeitig in die Höhe zu gehen. Die Mundspalte leibt in der Regel geschlossen, damit der ganze Einathmungsstrom die lasenhöhle durchsetze. Manche andere Gesichtsmuskeln können sich noch i einzelnen Menschen betheiligen und die Physiognomie in eigenthümli- er Weise verändern.

Der Unterschied, den man zwischen dem Wittern und dem Spüren der Thiere macht, t eine nur relative Bedeutung. Man kann mit Recht voraussetzen, daß selbstständige d nur schwächere Athembewegungen bei dem Wittern zu Hilfe gezogen werden.

Wir haben schon §. 4085. gesehen, daß die untere Muschel vielleicht 4103
ie Rolle eines wesentlichen Vorbereitungswerkzeuges übernimmt. Man unte sich zunächst vorstellen, daß sie vor Allem den Luftstrom nach den öheren Theilen der inneren Nase hinleitet, daß sie ihm den kürzeren und agerechteren Weg nach den Choanen erschwert. Erfüllt sie auch diese estimmung, so scheinen doch einzelne Versuche anzudeuten, daß die Art, ie die untere Muschel auf den Luftstrom wirkt, eine wesentliche Bedeu- ung für den Riechproceß gewinnt. Legte Bidder[1]) ein Kampherstück- hen in eine Spritze und schob er die Canüle derselben hoch hinauf in die asenhöhle, so verminderte sich die Geruchsempfindung immer mehr, je eiter das Rohr emporbrang. Verschloß ich ein mit Schwefeläther ge- illtes Fläschchen mit einem Trichter, der in eine lange Röhre auslief, nd brachte ich diesen an das eine Nasenloch, während das zweite mit urchnäßtem Papier verstopft war, so empfand ich den Geruch auf der Stelle bei dem Einathmen. Führte ich nun die Oeffnung des Rohres im- er höher hinauf, so daß sie über die mittlere Muschel emporbrang, so ahm die Geruchsempfindung merklich ab. Sie fehlte sogar bisweilen änzlich, wenn auch eben so tief, wie früher eingeathmet wurde.

Ein Mann, den Bidder[2]) genauer untersuchte, hatte die ganze rechte Hälfte der Nase und den hinteren und oberen Theil der Nasenscheidewand in Folge der Ausrottung eines Aftergewächses der Nasenhöhle verloren. Die beiden oberen linken Muscheln waren auf diese Weise frei gelegt. Der Kranke roch noch das Ammoniak, dessen Dämpfe er durch die linke Nasenöffnung einzog. Wurde es dagegen vor die regelwidrige Oeffnung gehalten, so fehlte die eigenthümliche Geruchsempfindung.

Wir sehen hieraus, daß die natürliche Vorbereitung des Einath- 4104
mungsstromes das Riechen wesentlich begünstigt. Man kann sich denken, daß dann die untere Muschel den Luftstrom vielseitiger vertheilt, ihn mit

[1]) F. H. Bidder, Neue Beobachtungen über die Bewegungen des weichen Gaumens und über den Geruchssinn. Dorpat, 1838. 8. S. 25.
[2]) Bidder, Ebendaselbst. S. 24.

cher überzeugen.

4106 Es läßt sich nicht entscheiden, ob die Riechstoffe auf oder auf chemischem Wege die Geruchsnerven anregen. Z epithelium und die Grundmasse der Nasenschleimhaut müssen Wirkung der riechenden Theilchen auf die Nervenfasern ver ten die Riechstoffe einen mechanischen Moleculareinfluß aus sollten sie gewisse eigenthümliche Erschütterungen veranlassen, Wellen halbfester, mit Flüssigkeit durchtränkter Massen, wie in auf die Fasern des Sinnesnerven einwirken. Stellt man sich daß die Thätigkeit des Geruches mit dem des Geschmacke Grade übereinstimmt, so müßten sich die riechenden Mol Schleime der Nase auflösen und in diesem Zustande auf die ven wirken. Erinnern wir uns der §. 4097. angegebenen T denken wir, wie leicht eine katarrhalische Störung den G oder aufhebt, so können wir schließen, daß diese Sinnesth falls eine gewisse regelmäßige Beschaffenheit des Flimmerepi der Schleimabsonderung vorausgesetzt. Wir haben früher (§. 19 hen, daß die Innenfläche der Nase aller vier Wirbelthierclass mercylindern bekleidet sind. Man darf daher vermuthen, da welche ihre Härchen erzeugen, die Mechanik des Riechens u terstützen.

4107 Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, Zweige des Ger die Schleimhaut der Nebenhöhlen der Nase zu verfolgen. hieraus schließen, daß die Keilbein-, die Stirn- und die Kie Geruchsempfindung unmittelbar zu erregen im Stande ist. S

endlich daſſelbe, er mochte Flüſſigkeits- oder Gasſtröme gebrauchen. Dieſe Verſuche können keine ſicheren Beweiſe liefern, weil die Nebenbedingungen, nämlich der tropfbar flüſſige Zuſtand des riechenden Körpers oder die unpaſſende Richtung des Gasſtromes die Geruchsempfindung ſogar unter günſtigeren Verhältniſſen beſeitigt hätten. Wir müſſen überhaupt geſtehen, daß der Nutzen der Nebenhöhlen der Naſe noch völlig unbekannt iſt.

Wirkung der Gerüche. — Die Eigenthümlichkeit der Gerüche 4108
hängt zwar zunächſt von der Natur der Stoffe, die ſich in der Luft verbreiten, ab. Die Stärke, mit der dieſes geſchieht, übt jedoch auch einen beſtimmten Einfluß auf die Beſchaffenheit der Empfindung aus. Ein dicht vor die Naſe gehaltener Moſchusbeutel erregt z. B. einen qualitativ anderen Eindruck, als der Moſchusgeruch, den die Atmoſphäre verbreitet (vgl. S. 283.). Die Annehmlichkeit der Gerüche pflegt erſt mit gewiſſen Verdünnungen der Riechſtoffe aufzutreten. Es ſcheint hiernach die Wirkung mit der Quantität der thätigen Körper in Beziehung zu ſtehen.

Manche Säugethiere, wie z. B. die Hunde, unterſcheiden die ihnen 4109
bekannten Perſonen an der Ausdünſtung, die ſie verbreiten. Entleerungen, wie z. B. der Koth oder ſelbſt nur Gegenſtände, die eine Zeit lang mit einem Menſchen berührt wurden, können ihr Urtheil beſtimmen. Der Geruch dient ihnen ſogar oft als Erkennungszeichen, wo das Auge andere minder empfängliche Geſchöpfe zu leiten pflegt.

Es kann ſich ausnahmsweiſe ereignen, daß Menſchen, die ſich von Natur herein einer bedeutenden Schärfe ihrer Geruchswerkzeuge erfreuten, dieſe durch Uebung vollſtändiger entwickelt haben, Riechſtoffe, welche Anderen entgehen, mit Sicherheit auffaſſen. Aerzte und Krankenwärter erkennen häufig Blattern und andere Ausſchlagskranke an der Ausdünſtung derſelben. Manche bemerken es auf der Stelle, ob eine Frau, die ſich in ihrer Nähe befindet, ihre Regeln hat oder nicht, ob ſie an weißem Fluſſe leidet, ihre Geſchlechtswerkzeuge oder ihre Haare reinlich hält und dergl. mehr. Einzelne Perſonen haben für ſie einen angenehmeren und andere einen abſtoßenden Geruch. Die in die Urwälder geflüchteten Neger beriechen die Wege und unterſcheiden auf dieſe Weiſe die von einem Weißen oder einem Schwarzen betretenen Pfade. Die Indianer erkennen die verſchiedenen Stämme an ihrer Ausdünſtung.

Es kommt umgekehrt vor, daß einzelne Menſchen manche Gerüche gar nicht auffaſſen. Es giebt Perſonen, welche die Reſeda geruchlos finden. Andere rochen faulende Maſſen, in Zerſetzung begriffenen Kohl, Koth, Dünger und vanillenduftende Blumen, nicht aber die Vanille ſelbſt in reinem Zuſtande [1]).

Der Eindruck, den ein und derſelbe Riechſtoff macht, wechſelt nicht 4110
bei allen in hohem Grade. Die Blumen der perſiſchen Iris rochen nach Turner [2]) für 41 Perſonen angenehm, für 4 unbedeutend, für 8 gar

[1]) Cloquet, a. a. O. S. 75.
[2]) F. Arnold, a. a. O. Bd. II. Abth. II. S. 561.

nicht und für einen widerlich. 23 fanden die Waldanemone wohlriechend, 7 andere dagegen ganz ohne Duft. Man sieht leicht, daß diese Abweichungen mit der ungleichen Auffassung der Farben und der Tonhöhen verglichen werden können.

4111 Die meisten Menschen finden den Stinkasand widerlich, während ihn Einzelne so sehr lieben, daß sie mit ihm ihre Teller bestreichen. Die Alten suchten ihn sogar als Würze zu gebrauchen — eine Sitte, die noch heute bei asiatischen Völkern wiederkehrt. Während Manche ihre Wäsche mit Moschus durchdusten, fliehen Andere dieses Riechmittel so sehr als möglich. Morgenländische und indische Völker gebrauchen den ihnen angenehmen Baldrian zu ihren Bädern. Die Rhabarber wird von Vielen ohne Beschwerde genommen, während ihr bloßer Geruch Anderen Uebelkeit und selbst Erbrechen erzeugt. Manche Menschen leiden schon an Beschwerden der Art, so wie sie nur Aepfel, eine Krebsbrühe, Blumen, wie z. B. Rosen oder Reseda riechen. Umgekehrt, verhalten sich einzelne Personen zu dem Geruch der Wanzen oder dem ihm ähnlichen des Coriianders gleichgültig. Die Gewohnheit übt übrigens einen großen Einfluß auf die Beurtheilung dieser Art von Eindrücken aus. Einzelne Völker lieben deswegen Käse, Zwiebeln, Knoblauch und andere Dinge, die Andere ihres Geruches wegen zurückweisen. Der Kamtschadale zieht den Geruch des ranzigen Speckes und der Tartar den von faulenden Pferden dem Blumendufte vor.

4112 Nervenverstimmungen führen bisweilen zu sehr eigenthümlichen Erscheinungen. Hysterische Frauen und selbst hypochondrische Männer finden nicht selten ihr Wohlbehagen an Gerüchen, die den meisten übrigen Menschen unangenehm sind. Sie ergötzen sich an dem Geruche des angebrannten Hornes, brennender Federn, empyreumatischer Oele, des Stinkasandes und dergl. Sie fliehen dagegen den Duft der Rosen, der Lilien und anderer wohlriechender Gewächse, weil sie ihnen leicht Kopfschmerzen, Uebelkeiten und andere Beschwerden verursachen. Eine krankhafte Thätigkeit der Geschmackswerkzeuge kann diese Regelwidrigkeiten der Geruchsorgane begleiten.

4113 Gerüche, die zu stark, zu lange oder zu oft einwirken, können die Empfänglichkeit abstumpfen. Sie werden zunächst gleichgültig. Die sonst angenehmsten Eindrücke liefern endlich widerliche Empfindungen. Richelieu hatte sich so sehr mit Wohlgerüchen übersättigt, daß er sie zuletzt zu fliehen suchte. Man macht häufig die gleiche Erfahrung in Zimmern, die mit dem Dufte der Lilien, des Moschus, des Räucherwerkes geschwängert sind. Landleute, die sich oft mit Dünger beschäftigen, Arbeiter, die Kloaken reinigen, Chemiker, Apotheker, Aerzte, Kranke, die an stinkenden Geschwüren leiden, werden zuletzt gegen die unangenehmen Gerüche, die sie umgeben, unempfindlicher, als Andere. Starke Tabaksschnupfer unterscheiden häufig nicht mehr fremdartige Gerüche mit der früheren Schärfe.

4114 Wenn sich auch die Eindrücke, welche die Geruchswerkzeuge liefern, zu künstlerischen Anregungen weniger, als die des Ohres oder des Auges eignen, so können sie doch einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die

lstigen Thätigkeiten ausüben. Sie wirken zunächst, wie es scheint, auf
: Hemisphären des großen Gehirns, mit dem die Geruchsnerven in un-
ttelbarer Verbindung stehen. Starke Gerüche führen leicht zu Kopf-
merz, Betäubung, Schläfrigkeit oder Ohnmacht. Kehrt auch das Be-
ßtsein später zurück oder war es nie gestört worden, so bleiben doch
cht Schmerzen oder Eingenommenheit im Kopfe für längere Zeit zurück.
it ein Mensch in einem Zimmer, das viele Rosen, Lilien oder andere
stende Blumen enthielt, geschlafen, so können sich jene Störungen sehr
ld entfalten. Irgend starke Gerüche erzeugen nicht selten Ekel und Er-
echen oder selbst Krämpfe verschiedener Art in nervenschwachen Personen.
er Geruch nicht stark duftender Blumen, wie z. B. der Malva moschata,
nn schon einen Sturm der Art in hysterischen Frauen hervorrufen [1]).

Die eigenthümlichen Ausdünstungen steigern nicht selten die geschlech- 4115
ien Begierden. Die Natur bedient sich oft dieses Mittels in den brün-
gen Säugethieren. Wollüstige Menschen finden ein besonderes Behagen
i dem eigenthümlichen Geruche, den menstruirende Frauen verbreiten, an
n feineren Ausdünstungsstoffen, die von den Geschlechtswerkzeugen, der
utschmiere, den pomadirten Haaren, den Kleidern von Mädchen herrüh-
n. Diese Eindrücke vergrößern ihre Begierde nach Befriedigung des Ge-
lechtstriebes.

Nebenverhältnisse der Geruchsempfindungen. — Belehrt 4116
is die Wendung des Kopfes, daß wir einen Geruch nur in einer be-
mmten Stellung wahrnehmen, so können wir hiernach die Richtung, in
r er uns zugeführt wird, beurtheilen. Fehlt dieses Bedingungsglied, so
rmag höchstens die ungleiche Stärke, mit der sich der Eindruck nach den
rschiedenen Seiten hin verräth, unsere Bestimmung zu leiten. Sie ist
auch, die uns einen ungefähren Maaßstab der Entfernung des riechen-
n Körpers liefert. Ein Düngerhaufen oder eine Rosenpflanzung, die
serem Auge entgeht, kommt uns auch näher vor, so wie der Wind ihre
sdünstungen zuführt. Dieselbe Täuschung wiederholt sich in den tropi-
en Meeren, wenn die Luftströmungen die wohlriechenden Ausdünstungen
: Gewächse entfernterer Küstenstriche weiter verbreiten.

Es läßt sich mit Recht vermuthen, daß die Geruchseindrücke eine Zeit 4117
ig, gleich den Gesichts- und den Gehörsempfindungen, verharren werden.
ie Natur der Sache erschwert aber hier die sichere Entscheidung in ho-
n Grade. Ein schwacher Geruch verschwindet in der Regel, so wie die
chende Masse von den Nasenlöchern entfernt wird. Starke Gerüche er-
lten sich dagegen für längere Zeit. Es fragt sich jedoch, ob nicht in
:sen Fällen ein Theil der mit den riechenden Dünsten geschwängerten
ft in den Räumen der Nasenhöhle zurückbleibt.

Bedient man sich eines nicht stark riechenden Körpers, so empfindet 4118
an den Geruch nur während einer tiefen Einathmung. Der Eindruck
itt meist während der nachfolgenden Ausathmung in den Hintergrund.
rspirirte ich dagegen über einer mit Aether gefüllten Flasche, da die her-

[1]) Cloquet, a. a. O. S. 56.

vorgestoßene Luft an der Oberfläche der Flüssigkeit theilweise zurückgeworfen wurde, so stellte sich schon die Geruchsempfindung während des Ausathmens ein. Sie schien sich zu erhöhen, so wie ich ein Nasenloch zugehalten hatte.

4119 Wirken ein stärkerer und ein schwächerer Geruch gleichzeitig ein, so wird dieser von jenem übertäubt. Der Sieg des kräftigeren Eindrucks giebt sich schon unter gewöhnlichen Verhältnissen zu erkennen. Hält man sich ein Gläschen mit Schwefeläther vor das eine und eine Schachtel mit chemischen Zündhölzchen vor das andere Nasenloch, so nimmt man oft nur die Ausdünstung des Aethers wahr. Besitzen dagegen beide Gerüche eine nicht unbedeutende Stärke, wählt man z. B. Aether und peruanischen Balsam zu jenem Versuche, so kann man nach Belieben den einen oder den anderen mit vorzüglicher Deutlichkeit auffassen. Diese Erscheinung erinnert an den sogenannten Wettstreit der beiderlei Gesichtseindrücke (§ [illegible]).

4120 Die Stärke des Geruches wechselt mit Verschiedenheit der Lebensalter. Sehr kleine Kinder scheinen schwächer, als Erwachsene zu riechen. Sie verhalten sich wenigstens passiver gegen die verschiedenartigsten Ausdünstungen. Der Neugeborene besitzt auch eine kleine, vorzüglich von oben nach unten gleichsam zusammengedrückte Nasenhöhle. Die Nebenhöhlen sind noch größtentheils unentwickelt. Sie erreichen erst später um die Jahre der Geschlechtsreife ihre vollkommene Ausbildung. Da aber der Geruch den nöthigen Grad von Schärfe früher erlangt, so kann man mit Recht vermuthen, daß die Nebenhöhlen keine Hauptrolle für das Riechen übernehmen.

4121 Subjective Geruchseindrücke. — Das heftige Schnäuzen oder jede starke Erschütterung der Geruchswerkzeuge ist im Stande, eine subjective Riechempfindung nach sich zu ziehen. Ich spüre bisweilen dann einen nicht ganz angenehmen Eindruck, der eine Zeit lang anhält. Drücke ich meine Nasenflügel zusammen und lasse sie hierauf rasch losschnellen, so erhalte ich eine subjective Geruchsempfindung, die sich nicht immer gleich bleibt und bisweilen sehr angenehm erscheint. Diese Beobachtung gelingt mir auch, wenn ich an Schnupfen leide.

4122 Der Galvanismus scheint jedenfalls nur sehr schwach auf die Geruchswerkzeuge zu wirken. Ritter will verschiedene Empfindungen mit dem Wechsel der Pole einer galvanischen Säule erhalten haben. Andere Forscher [1]) konnten gar keinen Einfluß bemerken.

4123 Hatte Dupuytren [2]) eine riechende Flüssigkeit in das Blut eines Hundes eingespritzt, so öffnete das Thier seine Nüstern, hob den Kopf und lief umher, als wollte es die Stelle, von welcher der Geruch kommt, auswittern. Man schloß aus diesem Versuche, daß in das Blut eingeführte Riechstoffe subjective Geruchsempfindungen erzeugen. So wahrscheinlich auch dieser Satz an und für sich sein mag, so fragt es sich doch

[1]) R. Wagner, Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig 1845 S. Seite 340.
[2]) [illegible] a. a. O. S. 257.

ob nicht jene nicht näher angegebenen Riechstoffe so flüchtig waren, daß sie in die Ausathmungsluft übertraten und auf diese Weise von den Geruchswerkzeugen wahrgenommen wurden.

Ein sehr starker unangenehmer Geruch kann Wochen lang in der 4124
Nase bleiben und wenn er verschwunden, unter dem Einflusse der Einbildungskraft von Neuem zurückkehren. Wir haben daher auch hier eine Art von Sinnengedächtniß (§. 3814.). Blutandrang nach dem Kopfe, Geschwülste, welche auf die Geruchsnerven drücken oder Entartungen dieser Theile führen bisweilen zu anhaltenden Geruchsempfindungen. Es kam vor, daß sich Kranke der Art in der Nähe einer Kloake fortwährend zu befinden glaubten. Die Täuschungen, denen in dieser Hinsicht Wahnsinnige oder Nervenfieberkranke unterworfen sind, erklären sich aus ähnlichen Gründen.

Schmecken.

Geschmacksempfindungen. — Wie die Geruchswerkzeuge manche 4125
der Luft beigemischten Stoffe in einem besonderen Sinneseindrucke verrathen, so leisten die Geschmacksorgane einen verwandten Dienst für tropfbar flüssige Körper. Jene stehen zur Athmung in ähnlicher Beziehung, wie diese zur Verdauung. Wir haben schon früher gesehen, daß bisweilen Tastempfindungen, welche die Nasenschleimhaut treffen, mit Gerüchen verwechselt oder wenigstens nicht scharf genug von ihnen geschieden werden. Dasselbe wiederholt sich in noch höherem Grade für die Geschmackswerkzeuge, weil die Zunge nicht bloß Sinnesempfindungen eigenthümlicher Art anregt, sondern sich auch noch in hohem Grade durch die Feinheit ihres Tastgefühles auszeichnet.

Wir können das Süße und das Bittere, das mit keiner besonderen 4126
Nebenwirkung verknüpft ist, als den reinen Ausdruck der Geschmacksthätigkeit ansehen. Die meisten übrigen Geschmacksarten dagegen, welche der Sprachgebrauch unterscheidet, fußen auf anderen Beziehungen. Sie rühren von der Thätigkeit der tastempfindenden oder von dieser und der Wirkung der Geschmacksnerven her. Der kühle, der brennende, der sauere, der gesalzene, der scharfe, der zusammenziehende, der ätzende Geschmack gehört vor Allem zu dieser zweideutigen Art von Eindrücken.

Wir werden in der Folge sehen, daß der tropfbar flüssige Zustand 4127
des getasteten Körpers die erste Bedingung des Geschmackes bildet. Ein kalter Kieselstein, ein kühles Metall, das wir in den Mund nehmen, erregt uns nichts desto weniger einen kühlenden Geschmack. Was wir hierbei empfinden, ist aber nur der Wärmeverlust, den der berührende Körper bedingt. Es erkältet unsere Zungengewebe nach Maßgabe seiner eigenen Temperatur, seiner Leitungsfähigkeit und seiner specifischen Wärme. Die Wahrnehmungen, welche auf diesen Veränderungen fußen, gehören den Tastnerven, nicht aber der eigenthümlichen Sinnesthätigkeit der Geschmackswerkzeuge an.

4128 Prüfen wir die Körper, denen wir einen gesalzenen, einen sauren oder einen scharfen Geschmack zuzuschreiben pflegen, so finden wir, daß sie in doppelter Weise wirken können. Die vordere Zungenhälfte besitzt vor Allem ein feines Tastgefühl, die hintere dagegen ein genaues Unterscheidungsvermögen der eigentlichen Geschmacksempfindungen. Spüle ich mir den Mund sorgfältig aus und lege hierauf ein Stückchen Kochsalz auf die vordere Hälfte des vorgestreckten Zungenrückens, so empfinde ich entweder gar nichts oder einen schwach kühlenden oder brennenden Eindruck, den man leicht als eine Geschmackswirkung zu deuten geneigt wird. Berühren dagegen die Salzstückchen die Zungenwurzel, so schmeckt man sie auf der Stelle in der bekannten eigenthümlichen Weise. Weinessig oder Schwefeläther führen zu ähnlichen Ergebnissen. Der verdunstende Aether erregt die Empfindung der Kälte und des Brennens. Sein besonderer Geschmack zeigt sich erst bei dem Zurückziehen der Zunge, weil dann Theilchen desselben mit den wahrhaft schmeckenden Geweben in Berührung kommen.

4129 Man kann gewissermaßen die Versuche eben so leicht umkehren. Pinselt man die vorgestreckte vordere Hälfte des Zungenrückens noch so sehr mit einer auffallend bitteren wässerigen Lösung von Aloeextract ein, so haben viele Menschen nicht die geringste Spur einer Geschmacksempfindung. Sie stellt sich erst ein, so wie die Flüssigkeit bis zur Unterfläche der Zungenspitze oder zur Zungenwurzel vorgedrungen ist.

4130 Bedingungen des Schmeckens. — Soll ein Körper einen eigenthümlichen Geschmack erregen, so muß er von vorn herein in tropfbar flüssigem Zustande eingeführt werden oder sich wenigstens theilweise in den Flüssigkeiten der Mundhöhle auflösen können. Ein Quarzkrystall oder ein Kieselstein führt daher nur zu dem Gefühle der Kälte oder des Druckes. Gasförmige Stoffe scheinen erst, wenn sie in die Mundflüssigkeiten aufgenommen sind, geschmeckt zu werden. Läßt man Schwefeläther auf einem Löffel in der Mundhöhle verdunsten, so spürt man im Anfange nur ein Gefühl von Kälte, später ein schwaches Brennen und erst zuletzt den wahren Geschmack. Dieser steht jedoch dem, welchen einige unmittelbar verschluckte Aethertropfen erzeugen, bedeutend nach.

Die schmeckbaren Stoffe, welche in fester Form in die Mundhöhle gelangen, verbinden sich mit den wasserreichen Mischungen, denen sie in der Nähe der Geschmackswerkzeuge begegnen. Es bleibt dagegen dahingestellt, ob das Gleiche für die tropfbar flüssigen Körper wiederkehren muß oder ob ihnen ihr Cohäsionszustand allein die Fähigkeit verleiht, die Geschmacksnerven in eigenthümlicher Weise anzuregen.

4131 Viele Verbindungen, die sich in wässerigen Flüssigkeiten auflösen, besitzen keinen oder einen nur sehr unbedeutenden Geschmack. Es müssen daher noch gewisse Moleculareigenschaften, die sich jedoch nicht näher angeben lassen, hinzukommen, damit der Sinneseindruck möglich werde. Die Verschiedenheit der süßen, der bitteren und der übrigen eigenthümlichen Eindrücke, welche die einzelnen Körper veranlassen, lehrt deutlich, daß die innere Zusammensetzung einen wesentlichen Einfluß in dieser Beziehung ausübt. Da süße Stoffe, wie der Zucker, oder bittere, wie das

hinin, gar nicht riechen, so folgt, daß die Molecularverhältnisse, welche
e Thätigkeit der Geschmackswerkzeuge bestimmen, an nicht flüchtige Stoffe
bunden und von den Riechstoffen unabhängig sein können.

Rührt auch die Eigenthümlichkeit der vollkommen klar aufgefaßten 4132
eschmacksempfindungen von der Natur der schmeckbaren Stoffe her, so
ngt doch oft die Art, wie wir den Eindruck auffassen, von mancherlei
ebenverhältnissen ab. Soll er mit völliger Sicherheit bestimmt werden,
muß er immer eine gewisse Stärke erreichen. Erlangt er jene Höhe
cht, so vergleichen wir nicht selten das unbestimmtere Gefühl mit man-
en ganz fremdartigen Empfindungen. Es ereignet sich daher z. B., daß
ir den kaum merklichen Geschmack eines süßen oder salzigen Körpers für
tterlich halten, oder daß uns unsere Phantasie irgend eine Geschmacksart,
e wir vermuthen, ohne Weiteres vorführt.

Sind die Geschmackswerkzeuge zu schwach befeuchtet, oder mit einer 4133
ichlichen Menge eines sehr zähen Schleimes überzogen, so werden ihre
innese indrücke undeutlicher. Es kann auf diese Weise vorkommen, daß
n gesunder Mensch geringe Mengen von Zucker oder Syrup unbestimmt
er gar nicht schmeckt. Die Unvollkommenheit des Geschmackes, die wir
ufig bei Katarrhen, bei Magenbeschwerden und in anderen Leiden an-
ffen, kann auf ähnlichen Verhältnissen fußen. Starke Tabakraucher, de-
n Zunge einen dicken weißen Belag zu tragen pflegt, haben in der Regel
in sehr feines Geschmacksvermögen.

Die Bewegung der Geschmackswerkzeuge oder die Reibung der schmeck- 4134
ren Stoffe bildet eine Hauptbedingung des Schmeckens. Sie unterstützt
in jedem Falle und macht vielleicht überhaupt erst ein irgend sicheres
rtheil möglich. Wir werden in der Folge sehen, daß die Zungenwurzel
e Geschmackseindrücke am genauesten wiedergiebt und daß ihre Fähigkeit,
ese Art von Sinneswahrnehmungen zu vermitteln, von keinem Forscher
zweifelt wird. Strecken wir die Zunge so weit als möglich hervor und
reuen fein gepulverten Zucker auf den hintersten Theil derselben, so kön-
n wir die Geschmacksempfindung für mehrere Minuten unterdrücken, so
ie wir nur Sorge tragen, daß wir die Zunge und die Gebilde des Ra-
meinganges zu keiner reibenden Bewegung bestimmen. Ein großer Theil
s Zuckers zerfließt indeß. Die geringste Schluckbewegung ruft den sü-
n Geschmack augenblicklich hervor. Wir werden diese Thatsachen in der
lge noch ausführlicher darzustellen Gelegenheit haben. Wie die Riech-
ffe nur in der bewegten Luft wirken, so scheint auch etwas Aehnliches
r die schmeckbaren Verbindungen wiederzukehren.

Man könnte auf den ersten Blick vermuthen, daß die Bewegungen 4135
r zum Zwecke haben, die Zahl der Nervenfasern, welche die schmeckenden
rbindungen berühren, zu vergrößern. Da wir jedoch noch keine Ge-
macksempfindung erhalten, wenn wir eine ausgedehntere Oberfläche der
ngenwurzel mit Zucker bestreuen, so dürfen wir eher schließen, daß die
ibung einen wesentlicheren Nutzen darbietet. Der Vergleich mit den
nlichen Verhältnissen der Geruchswerkzeuge führt übrigens schon zu dem-
lben Schlusse. Es fragt sich daher, ob es die chemischen Wirkungen

allein sind, welche die eigenthümlichen entsprechenden Sinneseindrücke hervorrufen.

4136 Wiederholte Bewegungen verstärken die Geschmacksempfindung. Wir gebrauchen sie daher als Unterstützungsmittel, um einen sehr schwachen Geschmack zu bestimmen, um den richtigen Eindruck statt der zu leisen unbestimmteren Auffassungen möglich zu machen.

4137 Sitz der Geschmacksempfindung. — Obgleich die Zunge vor Allem als Geschmackswerkzeug angesehen wird, so kann man sich doch bald überzeugen, daß nicht alle Punkte ihrer Oberfläche jenen eigenthümlichen Sinneseindruck liefern können. Man hat auch vielfach gestritten, ob diese Fähigkeit der Zunge allein oder auch anderen Gebilden der Mundrachenhöhle zukommt. Manche Forscher schrieben sie nur der Zunge zu, andere dagegen den verschiedenartigsten Theilen des Mundes, des Rachens, des Schlundkopfes und selbst der Schleimhaut der Luftröhre.

Der Grund dieser Widersprüche liegt nicht bloß in der Verschiedenheit der zu den Versuchen gebrauchten Personen, sondern in den Prüfungsweisen, deren man sich auf diesem Gebiete bediente. Manche Physiologen, welche den dreigetheilten Nerven für den ausschließlichen Geschmacksnerven hielten, ließen sich aus theoretischen Gründen verleiten, die Fähigkeit des Geschmackes dem Zahnfleische, der Wangenhaut, dem ganzen weichen Gaumen und der Gesammtoberfläche der Zunge zuzuschreiben. Andere spritzten Flüssigkeiten in die Nasenhöhle und schlossen aus der dann auftretenden Geschmacksempfindung, daß auch die Hinterseite des weichen Gaumens den Sinneseindruck vermittelt [1]). Die Mischung konnte aber hierbei nach den verschiedensten Punkten hinabrinnen. Ein ähnlicher Einwand gilt für das Verfahren, daß sich ein Mensch die einzelnen Theile der Mundrachenhöhle mit einem Schwämmchen, welcher an einem Stabe befestigt und mit den schmeckbaren Stoffen durchtränkt war, betupfte. Vernière [2]) glaubte auf diese Weise gefunden zu haben, daß der hinterste Theil, die Seitenränder und die Spitze und die Unterfläche der Zunge, die Schleimhaut, welche die Unterzungendrüsen bedeckt, das Gaumensegel, das Zäpfchen, die Gaumenbogen, die Mandeln und die ganze Oberfläche der Schlundschleimhaut Geschmackseindrücke zu vermitteln im Stande sind.

Es ist möglich, daß die mechanische Verbreitung der gebrauchten Lösungen bei dem eben erwähnten Verfahren zu Täuschungen führte, welche ein zu großes Gebiet den Geschmackswerkzeugen anwiesen. Ein anderer Umstand kann aber das Umgekehrte veranlassen. Wir haben §. 4134. gesehen, daß Stoffe, die selbst auf der Zungenwurzel liegen und sich hier in den Mundflüssigkeiten auflösen, nicht eher, als bis reibende Bewegungen hinzukommen, geschmeckt werden. Dasselbe wiederholt sich für andere Gebilde der Rachenhöhle. Es liegt vielleicht hierin ein Hauptgrund, weshalb sich manche Forscher nicht überzeugen konnten, daß auch andere Theile, als die Zunge, mit Geschmacksempfindungen begabt sind.

Ließ ich einen Erwachsenen den Mund öffnen, drückte die Zunge nieder und brachte mit einem Pinsel fein gepulverten Zucker oder Kochsalz an die Hinterwand des Schlundes, welche der Zungenwurzel gegenüberliegt, oder an den oberen Zusammenfluß der beiden Gaumenbogen, so konnten diese Körper mehrere Minuten lang liegen bleiben und sichtlich abschmelzen, ohne daß eine Spur von Geschmacksempfindung zu Stande kam. Eine einfache Schluckbewegung erregte diese natürlich in demselben Augenblicke. Wurde sie aber auch vermieden und ersetzte ich die Reibung durch anhaltendes Pinseln, so nahmen zwei Gehilfen und ich den Tasteindruck zuerst wahr. Es folgte dann eine schwache, nicht recht sicher bestimmbare Geschmacksempfindung. Diese steigerte sich aber bei fortge-

[1]) Vernière. in Breschet, Répertoire général d'anatomie et de physiologie. Tom. IV. 3me Trimestre. Paris 1827. 4. p. 40. Vgl. auch Tourtual, a. a. O. S. 95 Bidder. a. a. O. S. 27.

[2]) Vervière, a. a. O. pag. 39. 40.

ester Reibung in solchem Maaße, daß endlich das Süße oder das Gesalzene mit Sicherheit erkannt wurde. Versuche, die ich in ähnlicher Weise mit Syrup anstellte, lieferten die gleichen Ergebnisse.

Die Zungenwurzel blieb während des Anpinselns unbeweglich. Es läßt sich aber kaum denken, daß jene Lösungen, wenn sie an der Hinterwand des Schlundes gerieben wurden, bis zu ihr vordrangen. Die Schwere mußte sie eher, wenn sie sich überhaupt erheblich weiter verbreiteten, gerade nach abwärts führen. Eine andere Versuchsweise beseitigte aber dieses Bedenken in ausgedehnterem Maaße. Ich gebrauchte hier ein Quassiaextract, das durch Mimosenschleim verdickt worden war. Das Ganze bildete eine lehmartige zähe Masse, die sich selbst nur langsam in Wasser verbreitete. Betupfte ich die Spitze des Pinsels mit einer geringen Menge jenes Extractes und bestrich hiermit den unmittelbar zugänglichen Theil der Hinterwand des Schlundes oder den oberen Zusammenfluß der beiden Gaumenbogen, so kehrten die gleichen Ergebnisse, wie früher, wieder. Die Geschmacksempfindung trat nur nach anhaltender Reibung und zwar wiederum in immer deutlicherem Maaße hervor. Zwei Gehilfen und ich selbst hatten hier die gleichen Empfindungen. Ein dritter dagegen schmeckte unter diesen Verhältnissen die bittere Masse nicht, zum Beweise, daß auch hier individuelle Verschiedenheiten eingreifen können. Er hatte früher häufig an Halsbeschwerden gelitten.

Gebraucht man Verbindungen, welche auf die Tastnerven der Mundhöhlengebilde kräftig wirken, so können ebenfalls Täuschungen zu Stande kommen. Bemüht sich der Mensch, den Eindruck, der von seinen schmerzempfindenden Nervenfasern herrührt, näher zu bestimmen, so glaubt er leicht einen schwach bitteren oder einen anderen Nebengeschmack ohne Weiteres wahrzunehmen. Viele der bald zu erwähnenden Erfahrungen, nach denen eine und dieselbe Lösung verschieden zu schmecken scheint, je nachdem sie mit verschiedenen Theilen der Mundrachengebilde in Berührung kommt, fußen wahrscheinlich auf diesen Verhältnissen.

Es ergiebt sich aus dem eben Dargestellten, daß es keineswegs genügt, eine schmeckbare Masse auf einen bestimmten Punkt aufzutupfen und den Erfolg während der Ruhe der Theile abzuwarten. Man muß vielmehr die unterstützende Bewegung durch das Hin- und Herstreichen des Pinsels nachzuahmen suchen.

Aeltere Versuche, die ich an Theile, Gerber, ungefähr 30 Studi- 4138
renden, einer Frau und mir selbst mit Zucker und Alaun anstellte und neuere Beobachtungen, die ich an drei Anderen und mir mit Zucker, Syrup, Aloeextract, schwefelsaurem Chinin, Quassiaextract und Kochsalz machte, führten zu der Ueberzeugung, daß die Zunge genau schmeckender Menschen nicht das einzige Sinneswerkzeug des Geschmackes bildet. Stellen wir zunächst die beständigeren Ergebnisse zusammen, so fand sich, daß die Lippen, die Innenhaut der Wangen, das Zahnfleisch, der Ueberzug des harten Gaumens und der mittlere bis vordere Theil des Zungenrückens keine wahre Geschmacksempfindung vermitteln. Der hinterste Theil der Zunge von der Gegend des blinden Loches an gerechnet, der obere Zusammenfluß und die unteren Verlängerungen der beiden Gaumenbogen bis zur Nachbarschaft des Kehldeckels hinab, und der Theil der Schlundschleimhaut, welcher der Zungenwurzel gegenüberliegt, lieferten mit Ausnahme eines Einzigen den entsprechenden Sinneseindruck, unter den früher erwähnten Bedingungen. Die Unterfläche der Zunge und vorzugsweise die seitlichen Theile derselben riefen die gehörigen Empfindungen in fast allen geprüften Personen hervor. Es zeigte sich jedoch ein Mal, daß dieses nicht der Fall war, daß aber dafür die obere Fläche des Spitzentheiles der Zunge die passenden Fähigkeiten darbot. Die Vorderfläche des hinteren Gaumenbogens und die Oberfläche der Mandeln blieben nur ausnahmsweise unempfindlich. Die Vorderflächen des weichen Gaumens, des

Zäpfchens und des vorderen Gaumenbogens führten zu ſchwanken
gebniſſen. Von 8 Perſonen, welche in dieſer Hinſicht in meine
Verſuchsreihe genauer geprüft wurden, wollten 2 vollkommene, 4
liche und 2 gar keine Geſchmacksempfindung wahrnehmen. Die
fläche des vorderen Gaumenbogens und die Hinterfläche des Z
ſchmeckten bei zweien gut, bei einem ſchwach und bei dreien g
Wir können daher annehmen, daß die Mehrzahl eher gegen, als
Sinnesthätigkeit der beiderlei zuletzt angeführten Gruppen der
chengebilde entſchied.

Einzelne Erſcheinungen, welche bei dieſen Beobachtungen vorkommen, m
noch die Anſicht, daß ein bloßes Weiterfließen der ſchmeckbaren Löſungen die
nicht zu bedingen braucht. Ein Menſch, der nicht das Geringſte ſpürte, ſo wi
dicktes Quaſſiaextract (S. 297.) auf ſeine linke Mandel aufſtrich, empfand da
ſo wie man denſelben Verſuch an dem oberen Zuſammenfluſſe der beiden Gau
oder an den früher bezeichneten Stellen der Schleimhaut des Schlundes nac
Zwiſchenzeit wiederholte. Das anhaltende Anpinſeln der Vorderfläche des Zäp
Syrup veranlaßte in Einem einen undeutlichen, ſchwach bitterlichen, aber k
eines ſüßen Geſchmackes.

4139 Wir haben S. 296. geſehen, daß manche Forſcher ein deutlic
ſchmacksvermögen der Hinterfläche des weichen Gaumens zuer
E. H. Weber[1]) bemerkte aber ſchon, daß man das Zuckerwaſſ
dem man die Naſenhöhlen ausgießt, nicht ſchmeckt (§. 4097.).
Gehilfe und ich machten die gleiche Erfahrung. Wir füllten uns
ſenhöhlen mit ſchwächeren und ſtärkeren Zuckerlöſungen von 32° bi
Es war, als wenn wir reines Waſſer gebraucht hätten. Wiederhol
die Beobachtung mit einer gelben und mäßig bitter ſchmeckenden
gen Löſung von Aloeextract, ſo unterſchieden wir auf der Stelle,
kein bloßes Waſſer in unſeren Naſenhöhlen und an der Hinterſ
weichen Gaumens hatten. Ich empfand aber das Bittere nich
hatte vielmehr einen unbeſtimmteren Eindruck, den ich eher m
ſchwach zuſammenziehenden Empfindung vergleichen wollte. Mein
wollte ein Mal einen bitterlichen Geſchmack wahrnehmen.

Begab ſich dieſer in die zu dem Verſuche nöthige Lage (§. 4097.), ſo ſchlo
der Gaumen mit ſeinen Nebengebilden vollſtändig ab, ſo wie die Flüſſigkeiten ei
wurden. Der weiche Gaumen neigte ſich gegen die Hinterwand des Schlun
hinteren Gaumenbogen traten couliſſenartig weiter nach innen und legten ſic
an. Das Zäpfchen keilte ſich oben ein und trat mit ſeiner unteren Hälfte wie
gel nach vorn vor. Die Gaumenbogen ließen unter dieſen Verhältniſſen ein
Thor (Bd. I. §. 508. Fig. 73. *g*.), das von der Hinterwand des Schlundes
wurde, übrig. Hörte der Verſchluß auf, ſo rann die Flüſſigkeit an dieſer letzter
Sie gelangte auf dieſe Weiſe zu den entſchieden ſchmeckenden Gebilden der Mu
höhle.

4140 Vergleicht man die einzelnen Geſchmacksſtellen unter einander,
giebt ſich, daß die Zungenwurzel die größte Empfänglichkeit beſitzt.
ſchen, die auch an anderen Orten ſchmecken, erhalten an ihr die l
ſten und raſcheſten Eindrücke des Süßen, des Bitteren und ſelbſt d

[1]) E. H. Weber, in Müller's Archiv. 1847. S. 356.

lzenen. Personen, die sonst zu keinen deutlichen Urtheilen gelangen, winnen hier die sichersten Anhaltspunkte. Man unterscheidet daher noch it Hilfe der Zungenwurzel Eigenthümlichkeiten, die an anderen Theilen cht erkannt werden. Die größere Menge von Geschmacksnerven und ssendere Vorbereitungswerkzeuge bedingen wahrscheinlich diesen Vorzug r Zungenwurzel.

Die Unterfläche des Vordertheiles der Zunge scheint die zweite Stelle nzunehmen. Ihre Eindrücke übertreffen in der Regel die der empfängchen Wände des Rachendurchganges an Lebhaftigkeit. Verfolgt man rigens die Empfindungen, die man bei dem Niederschlucken hat, genauer, kommt es uns bisweilen vor, daß man den Geschmack auch an anren Punkten als an der Zungenwurzel wahrnimmt.

Erinnern wir uns der einzelnen Acte des Kauens und des Schlu- 4141
ns, so können wir die Zweckmäßigkeit, mit der die einzelnen schmeckenn Stellen in der Mundrachenhöhle vertheilt sind, deutlicher erkennen. er vorderste Theil der Zunge betastet nicht bloß die Speisen, die wir nießen wollen, sondern liefert zugleich einen vorläufigen angenehmen er unangenehmen Sinneseindruck. Werden dann die Nahrungsmittel schen der mittleren Partie der Zunge und der Haut des harten Gauns zerdrückt, kommen sie bei dem Kauen mit dem Zahnfleische oder der nenfläche der Wangen in Berührung, so reiben sie sich an keinen mit eschmacksvermögen begabten Gebilden. Dringen sie aber bei dem Schlun durch die Rachenenge weiter vor, so werden sie durch einen Ring, r an vielen Stellen ein genaues Geschmacksvermögen besitzt, mit der thigen Bewegung und Reibung hindurch gepreßt. Der Hauptgeschmack lt sich daher in diesem Augenblicke ein. Wollen wir eine unangenehme lasse verschlingen, so suchen wir auch diesen Act, so sehr als möglich, umgehen oder unschädlich zu machen. Wir werfen daher z. B. übelmeckende Pillen in den Rachen, um sie sogleich jenseit jener Prüfungsnkte, so sehr es angeht, aufzufangen.

Der Gedanke, daß die obere Fläche der Zunge die Geschmacksein- 4142
ücke allein vermittelt, führte zu dem Versuche, die Warzen, die an ihr rkommen, mit der Mechanik dieser Sinnesempfindungen in Beziehung bringen. Man dachte vorzugsweise an die umwallten Warzen, die nur der Zungenwurzel auftreten. Sie sollten die wesentlichsten Vorbereingswerkzeuge für diese Art von Empfindungen abgeben. Einzelne Forer glaubten gefunden zu haben, daß eine und dieselbe Verbindung ans schmecke, je nachdem man sie mit den verschiedenen Zungenwärzchen er mit den übrigen Theilen der Wände der Rachenenge in Berührung ingt. Verbindungen, die auf den umwallten Warzen bitter zu sein ienen, sollten einen süßen oder einen sauren Eindruck auf den übrigen arzengebilden hervorrufen.

Wählen wir einige Beispiele aus den von Horn [1]) und Picht [2]) in dieser Hinsicht mitgetheilten Angaben, so haben wir:

Verbindung.	Geschmack derselben auf				Beobachter.
	den umwallten Warzen.	d. schwammigten Warzen.	den fadenförmigen Warzen.	dem weichen Gaumen.	
Schwefelsäure	sehr bitter	salzig sauer	stark sauer	—	Horn u. Picht
Essigsäure	bittersalzig	säuerlich	sauer	—	Horn
Kochsalz	bitter	gesalzen	gesalzen	—	Picht
Kohlensaures Ammoniak	bitterlich	schwach salzig	säuerlich	bitterlich	Horn
Zucker	bitterlich	süß	süß	süß	Horn u. Picht
Chinaextract	bitter	säuerlich	sauer	—	Picht
Ochsengalle	bittersüß	bittersüßlich	süßlich	bittersüß	Horn u. Picht

Man sieht, daß hierbei manche Körper, wie die Essigsäure, das Kochsalz oder der Zucker auf den umwallten Warzen andere Empfindungen, als bei dem unmittelbaren Verschlucken an der Zungenwurzel hervortreten, zu liefern schienen. Dieses kann schon zu der Vermuthung führen, daß nur jene vieldeutigen schwachen Wirkungen, die §. 4132. erwähnt wurden, vorhanden waren. Dieselbe Voraussetzung dürfte auch für die Ergebnisse, welche die übrigen Zungenwarzen gaben, gelten.

4143 Es wäre möglich, daß die umwallten Warzen die Geschmackseindrücke erleichtern, weil sie eine größere Oberfläche darbieten und die Reibung begünstigen. Da aber die Unterseite der Zunge ein lebhaftes Geschmacksvermögen besitzt, so ergiebt sich von selbst, daß diese Sinnesempfindung die Anwesenheit besonderer größerer und eigenthümlicher Warzen nicht voraussetzt. Der Bau der übrigen schmeckenden Gebilde der Rachenmenge unterstützt noch diese Ansicht. Wenn einzelne Forscher die Behauptung aufstellten, daß sich die Geschmackswärzchen, während sie den Sinneseindruck vermitteln, aufrichten, so fehlt jeder sichere Erfahrungsbeweis für diese Angabe. Die Kürze der Zeit, in der die Empfindung auftritt, scheint sogar unmittelbar dagegen zu sprechen.

4144 Die neueren Forscher stimmen darin überein, daß der Zungenschlundkopfnerve die Geschmackseindrücke zu vermitteln im Stande ist. Während aber Einzelne diesen Nerven für den Sinnesnerven und die entsprechenden Aeste des dreigetheilten Stammes für den Tastnerven der Zunge halten, glauben Andere, auch diesem einen Antheil an der Geschmacksempfindung zuschreiben zu müssen. Die Gründe, auf welche jede der beiden Parteien fußt, werden uns in der Nervenphysiologie beschäftigen.

4145 Nebenverhältnisse des Geschmackes. — Die Feinheit, mit der ein Mensch die schmeckbaren Stoffe erkennt und unterscheidet, hängt zum Theil von der ursprünglichen Anlage, zum Theil aber auch von der

[1]) W. Horn, Ueber den Geschmackssinn des Menschen. Heidelberg. 1825. S. 85—90.
[2]) F. Picht, De gustus et olfactus nexu, praesertim argumentis pathologicis et experimentis illustrato. Berolini 1829. 8. Tab. annexa.

lebung ab. Wie einzelne Personen Spuren gebrannten Kaffee's oder ge-auchten Tabaks zu bemerken und sogar nach ihren verschiedenen Sorten urch den Geruch zu bestimmen im Stande sind, so können die Wein- und ie Theeschmecker die geringsten Unterschiede dieser Flüssigkeiten mittelst rer Geschmackswerkzeuge auffassen. Sollen sehr schwache Eindrücke wahr-nommen werden, so werden die so nutzvollen Bewegungen der Ge-hmackswerkzeuge wiederholt zu Hilfe gezogen. Ein zu häufiger Wechsel er gekosteten Flüssigkeiten schadet der Feinheit der Erkenntniß. Kann die eprüfte Mischung einen deutlichen Geruch gleichzeitig verbreiten, so ge-ingt man um so eher zu einer genaueren Auffassung ihrer Eigenthüm-chkeiten.

Die §. 4092. erwähnten Geruchsversuche führten mich zu ähnlichen Prüfungen der einheit der Geschmacksempfindung. Nro. 172. des Anhanges liefert die einzelnen Er-ebnisse, die ich bei diesen Forschungen erhalten habe. Ich bereitete mir zuerst eine Lö-ung von bekannter Concentration, untersuchte sie rücksichtlich ihrer Geschmacksverhält-isse, verdünnte dann einen Theil von ihr in einem bekannten Grade, erforschte die Ge-hmacksfähigkeit dieser neuen Flüssigkeit und schritt so lange fort, bis die Deutlichkeit der mpfindung zu Grunde ging. Wollte ich sehr kleine Mengen einer Lösung in den Mund bringen, so bediente ich mich der Seite 279. erwähnten Kügelchen und des dort egegebenen Verfahrens.

Wurde die Geschmacksempfindung zweifelhaft, so kostete ich nebenbei das destillirte Wasser, das zur Auflösung gedient hatte. Ich nahm auch die Prüfungen nach größeren wischenzeiten vor, damit nicht ein früherer, zurückgebliebener Nachgeschmack das Urtheil estechen könne. Nahm ich irgend größere Mengen zu mir, so trank ich sie aus einer ach Cubikcentimetern graduirten Röhre ab. Ich vermochte auf diese Weise zu berech-en, wie viel ich von dem aufgelösten Körper in die Mundhöhle eingeführt hatte. Es und sich hierbei:

1) Rohrzucker. — Er steht verhältnißmäßig den übrigen, von mir untersuchten örpern beträchtlich nach. Eine Lösung, die $^1/_{18}$ ihres Gewichtes oder genauer 5,6% ucker enthielt, schmeckte sehr süß. Eine solche, die 2,4% führte, hatte noch einen deut-ichen süßen Geschmack. Sank dagegen der Zuckergehalt auf $^1/_{33}$ oder richtiger auf ,2%, so gaben selbst 20 C.-C. der Lösung, die 0,24 Grm. Zucker enthielten, einen so hwach süßen Geschmack, daß ich ihn, wenn mir die Natur der Lösung unbekannt gewe-n wäre, nicht bemerkt haben würde.

2) Weißer Syrup. — Die eben erwähnten Verhältnisse des Zuckers bestätigten ch im Wesentlichen in dieser Versuchsreihe. Eine wässerige Verdünnung, die nahebei $^1/_{10}$ oder vielmehr 9,7% Syrup enthielt, verrieth den eigenthümlichen Syrupgeschmack uf das Deutlichste. Eine Flüssigkeit dagegen, die nur $^1/_{31}$ ihres Gewichtes an Syrup ihrte, schmeckte so wenig süß, daß man es ohne Kenntniß der Mischung nicht bemerkt aben würde.

3) Kochsalz. — Seine Wirkung ging etwas weiter, als die des Zuckers. Eine ösung, die 4,7% Kochsalz enthielt, schmeckte schon in kleinen Mengen stark gesalzen. Waren nur $^1/_{212}$ Salz in dem destillirten Wasser aufgelöst, so reichte $1^1/_2$ C.-C. hin, um nen deutlichen, wenn auch schwachen Salzgeschmack hervorzurufen. Enthielt sie aber n. Kochsalz, so mußte ich 12 C.-C. trinken, um einen äußerst schwachen und selbst dann um merklichen gesalzenen Geschmack aufzufinden.

4) Wasserfreie Schwefelsäure. — Ich bediente mich hier einer Schwefel-ure, die 72,2% wasserfreier Säure enthielt. Eine Mischung, die $^1/_{33}$ Säure (1,7%) ihrte, wirkte so stark, daß man nicht nur einen bedeutenden sauren und zusammenzie-enden Geschmack, sondern auch das Anätzen der Zungenspitze wahrnahm. Wenige Mil-igramm der verdünnten Schwefelsäure reichten hin, diese Erfolge nach sich zu ziehen. Kaum $^1/_{20}$ C.-C. einer Mischung, die $\frac{1}{2500}$ (0,04%) Schwefelsäure einschloß, machte schon die Zähne in geringem Grade stumpf. Der säuerliche Geschmack ließ sich endlich

noch in einer Flüssigkeit, die $\frac{1}{100000}$ wasserfreier Schwefelsäure dem Gewichte nac einschloß, bei genauer Aufmerksamkeit wahrnehmen. Führte sie dagegen nur $\frac{1}{100000}$ so konnte kein Unterschied in Vergleich mit destillirtem Wasser aufgefunden werde Dieses schmeckte höchstens etwas weniger zusammenziehend.

5) Aloeextract. — Hatte ich eine Lösung, die nur $\frac{1}{333}$ trocknen Aloeextract enthielt, so rief schon ungefähr $\frac{1}{4}$ C.C. einen anhaltenden gallebitteren Geschmack h vor. Eine Mischung, die nur $\frac{1}{12500}$ enthielt, verrieth noch den Aloegeschmack, wenn C.C. genommen wurden. Wurde die Verdünnung bis zu $\frac{1}{906000}$ gebracht, so bemer man gewöhnlich keine Spur von Bitterkeit. Verglich man aber die Lösung, deren N tur man kannte, mit destillirtem Wasser, so ließ sich noch ein schwacher Nachgeschm nach Aloe auffinden.

6) Basisch schwefelsaures Chinin. — Obgleich sich nur $\frac{1}{740}$ dieses Sal in kaltem Wasser auflöst, so hat doch eine solche Flüssigkeit einen sehr bitteren Geschma der sogar lange im Munde verbleiben kann. 12 Milligramm einer noch etwas schwäch ren Lösung ($\frac{1}{768}$) reichten schon hin, um diese Empfindungen hervorzurufen. Enth das Wasser $\frac{1}{32000}$ Chininsalz, so erkannte ich noch den bitteren Geschmack mit Deutli keit. Führte es dagegen nur $\frac{1}{1000000}$, so konnte ich höchstens bei sehr genauer Prüfu eine Spur von stärkerer Bitterkeit bemerken. Jede gewöhnliche Prüfung dagegen führ zu keinem Unterschiede von dem destillirten Wasser.

Ordnen wir die erwähnten Körper nach der Art und Weise, wie sie mit den Ve dünnungen ihre Fähigkeit, auf die Geschmacksorgane zu wirken, verlieren, so haben wi Syrup, Zucker, Kochsalz, Aloeextract, basisch schwefelsaures Chinin und die wasserfre Schwefelsäure. Die drei ersten Körper vertragen dabei Verdünnungen bei weitem w niger, als die genannten bitteren Substanzen und die Schwefelsäure. Bedenkt man übr gens, daß das reine destillirte Wasser einen sehr schwach bitterlichen und zusammenz henden Geschmack, wenigstens für mich hat und daß daher die Auffassung der etwas stä keren ähnlichen Eindrücke der schwächsten Lösungen des Aloeextractes, des Chinins un der Schwefelsäure auf diese Weise erschwert wird, so fragt es sich, ob nicht die Wirkun dieser Körper noch weiter verfolgt werden könnte, wenn jener Nebenumstand hinwegfie Es hängt wahrscheinlich mit diesem Vorzuge zusammen, weshalb der bittere Nachg schmack länger als der süße anhält und nicht selten, wenn er durch diesen scheinbar ver trieben worden, in der Folge von Neuem hervortritt.

Es bedarf nur sehr kleiner absoluter Mengen der bitteren Körper und der Schwe felsäure, damit ihr Geschmack deutlich werde. Vergleicht man die Nr. 172. des An hanges verzeichneten Einzelwerthe der verschiedenen Verdünnungen, so ergiebt sich, da $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{50}$ Milligramm für die Schwefelsäure, $\frac{1}{80}$ für das Aloeextract und $\frac{1}{42}$ Mi ligramm für das Chinin zu diesem Zwecke hinreichten.

Man glaubt gewöhnlich, daß man die kleinsten Mengen, die geschmeckt werden, fi den kann, wenn man sich der möglichst stärksten Verdünnungen bedient. Wir haben aber schon S. 283. bemerkt, daß dieses nicht der Fall ist. Eine verdünntere Lösung muß in einer verhältnißmäßig größeren Masse angewendet werden, so daß die absolute Menge der schmeckbaren Verbindung bedeutender ausfällt, als wenn man die erforderliche Minimalquantität einer dichteren Lösung gebraucht. Einige aus Nr. 172. des Anhanges entlehnte Beispiele werden uns dieses näher erhärten.

Führte die Lösung 2,4% Zucker, so trat der süße Geschmack auf das Deutlichst hervor, als 22 Milligramm mit der Flüssigkeit eingeführt wurden. War aber die Mi schung auf 1,2% gebracht, so gaben selbst 240 Milligramm keinen sogleich auffallende Zuckergeschmack.

Eine Lösung, die 4,7% Kochsalz führte, forderte so wenig, daß in ihr nur 5 Milli gramm eingeführt zu werden brauchten, damit der vollständige Salzgeschmack empfunden werde. War die Verdünnung auf $\frac{1}{4}$% getrieben worden, so erregten noch 29 Milli gramm einen kaum bemerkbaren Salzgeschmack.

Wir können uns diese Thatsache auf folgende Weise erklären. Soll eine kräftig

bewußte Empfindung zu Stande kommen, so bedarf es nur einer hinreichend starken Anregung einiger wenigen Nervenfasern. Eine sehr kleine Menge einer concentrirteren Lösung, die absolut genommen eine unbedeutende Quantität des schmeckbaren Körpers führt, genügt zu diesem Zwecke. Hat dagegen die Verdünnung beträchtlich zugenommen, so werden alle Nervenfasern nur sehr schwach angesprochen. Es kann höchstens die Anregung einer größeren Menge von ihnen den bewußten Geschmack hervorrufen. Der des Lösungsmittels vermag überdies mit dem des schmeckbaren Körpers in Wettstreit zu treten. Man muß daher so beträchtliche Mengen von Flüssigkeiten einführen, daß größere absolute Quantitäten des Lösungskörpers herauskommen und erzielt dessenungeachtet einen schwächeren Eindruck, als in dem zuerst erwähnten Falle.

Die Art des Eindruckes hängt von vielen persönlichen Verschieden- 4146
heiten ab. Der Eine zieht das Süße, ein Anderer das Saure und ein
Dritter das Aromatische vor. Während faulende Körper den Meisten zuwider sind, lieben Gastronomen Wildpret à haut gout oder schmierigen und verschimmelten Käse. Vorgefaßte Ansichten können hier das Urtheil von vorn herein bestechen. Manche fliehen den Genuß von Schneckensuppen, Krebsen, einzelnen Fischen oder Froschschenkeln, weil ihnen die Gehöpfe, von denen die Speisen stammen, widerlich vorkommen.

Man hat häufig den Geschmack den Wächter der Verdauungswerk- 4147
zuge genannt. Es ist allerdings richtig, daß uns die Annehmlichkeiten,
welche er bereitet, zu dem Genusse mancher Nahrungsmittel verführen und
daß einzelne schädliche Stoffe ihres widerlichen Geschmackes wegen gemieden werden. Man würde jedoch irren, wenn man den guten Geschmack eines Körpers als ein Zeichen seiner nützlichen Wirkung betrachten wollte. Die meisten stärkemehlartigen Nahrungsmittel und einzelne Fleischsorten kommen uns fade, die schädlichen blausäurehaltigen Flüssigkeiten dagegen angenehm vor. Einzelne Giftlösungen erzeugen fast gar keine Geschmacksempfindungen.

Die unangenehmen Geschmackseindrücke führen leicht zu Ekel, Uebel- 4148
keiten, Aufstoßen und Erbrechen. Das Ekelgefühl stellt sich aber auch häufig genug unabhängig von ihnen ein. Es begleitet nicht selten die mechanische Reizung der Schlingwerkzeuge oder die lebhafte Erinnerung an widerliche Gegenstände. Eine Lösung von Brechweinstein schmeckt fade, wie reines Wasser. Der Ekel tritt erst später, wenn sich der Sturm der Brechsymptome einleitet, hervor.

Wirken mehrere Geschmackseindrücke gleichzeitig ein, so kann der 4149
stärkere den schwächeren verdrängen. Eine lebhaftere Tastempfindung vermag auch die Aufmerksamkeit von einer feineren Geschmacksauffassung abzulenken. Ein Mensch genießt daher ein Stück faulenden Schinkens, das mit Pfeffer bestreut ist, mit geringer Beschwerde. Der Zusatz von Senf, Essig oder kräftigen aromatischen Verbindungen erfüllt häufig genug den gleichen Nebenzweck.

Die öftere Wiederholung desselben Geschmackes stumpft den Eindruck 4150
nach und nach ab, bis er endlich zuletzt gleichgültig und sogar ekelhaft wird. Es kann sich ein Mensch mit Kaffee, Thee oder anderen Getränken so sehr übersättigen, daß ihm am Ende der bloße Geruch jener Mischungen Uebelkeiten erzeugt. Harnruhrkranke haben bald den lebhaftesten

Widerwillen gegen das derbe Rindfleisch, das Beefsteak oder das S
pret, das sie ausschließlich zu genießen gezwungen werden. Selbst
mehligte Speisen führen früher oder später zu den gleichen unang
men Empfindungen. Der Zucker oder der Syrup, der im Anfange u
Geschmackswerkzeuge angenehm anregt, erzeugt das heftigste Ekelg
so wie er unausgesetzt genossen wird.

4151 Der Eindruck, den eine schmeckbare Verbindung hervorruft, ver
eine Zeit lang in unseren Schlingwerkzeugen. Dieses kann zunäch
von herrühren, daß die schmeckbaren Theilchen an dem Schleimüde
und den zahlreichen Unebenheiten der Gebilde des Rachendurchganges
ten bleiben. Wir hätten daher hier eine rein objective Empfindung.
Aehnlichkeit mit den übrigen Sinneswerkzeugen und mehrere bald z
währende Thatsachen können aber zu der Vermuthung führen, daß
Geschmackswirkung eine Zeit lang subjectiv anzuhalten im Stande i

4152 Die Stärke, mit der sich die Geschmacksempfindung behauptet, h
zunächst von der ursprünglichen Intensität des Eindruckes und der N
der gekosteten Verbindung ab. Sehr bittere Stoffe erzeugen in der
gel anhaltendere Empfindungen. Hat z. B. ein Mensch eine Auflös
des Aloeextractes oder eines Chininsalzes verschluckt, so schmeckt er h
darauf den Zucker schwächer als sonst. Trinkt er eine größere Me
von Syrup, so verdrängt zwar der Eindruck des Süßen den der Bitte
keit für den Augenblick. Diese kehrt aber nach einiger Zeit von Neu
wieder. Stoffe, welche die Tastnerven der Zunge lebhaft anregen, könn
ähnliche Wechselerscheinungen herbeiführen.

4153 Die gegenseitige Wirkung der auf einander folgenden Geschmacks
empfindungen bestimmt häufig die Art oder die Feinheit der Wahrneh
mung. Der gleichzeitige Genuß saurer und süßer oder dieser und bitterer
Speisen stört die Annehmlichkeit des Gesammteindruckes. Kostet ein
Mensch eine Reihe von Weinen in kurzen Zwischenräumen, so leidet die
Feinheit, mit der er die einzelnen Unterschiede aufzufassen vermag.

4154 Es kommt bisweilen vor, daß der Nachgeschmack von dem ursprüng
lichen Geschmacke abweicht. Gerbestoffhaltige Körper, die im Anfange zu
sammenziehend oder bitter erscheinen, hinterlassen später einen süßlichen
Eindruck [1]). Aromatische Substanzen, wie Calmus oder Baldrian, können
eine säuerliche Nachempfindung bedingen. Viele Weine, Liqueure und
manche andere Getränke führen zu ähnlichen Folgeerscheinungen. Man
hat diese Thatsachen mit den Verhältnissen der Contrastfarben verglichen.
Es fragt sich jedoch, ob nicht die nachträglichen Geschmackseindrücke davon
herrühren, daß sich einzelne Bestandtheile der gekosteten Verbindungen erst
später auflösen oder daß ihre Wirkungen als die schwächeren im Anfang
unterdrückt werden. Zucker, Syrup, Aloeextract, Chinin oder Quassi
scheinen keine besondere Nachempfindung zu erzeugen.

4155 Bringt man eine saure Masse auf die eine, und eine bittere auf d
andere Hälfte der Zungenwurzel, so gelingt es bisweilen, den einen Ein

[1]) W. Horn, a. a. O. S. 98.

or dem anderen nach Willkür zu bevorzugen. Es scheint daher
r ein Wettstreit der verschiedenen Geschmacksstellen möglich zu sein.
e Nähe der Geruchs- und der Geschmackswerkzeuge und die Be- 4156
en, von denen ihre Thätigkeit abhängt, lassen nicht selten diese
Sinnesorgane gleichzeitig wirken. Wir riechen daher den Aether,
usäure und die aromatischen Tincturen fast in demselben Augen-
in denen wir sie zu schmecken pflegen. Riechende Flüssigkeiten,
in die Nasenhöhle eingespritzt (S. 296.) oder in ihr oder den
gebilden abgesondert werden, bringen leicht zu den wahren Ge-
stellen vor. Die widerliche Empfindung, die manche Körper ver-
, hängt weit mehr von ihrem Geruche, als von ihrem Geschmacke
ele Menschen nehmen die Rhabarber ohne Beschwerde, so wie sie
enlöcher fest zuhalten.

versteht sich von selbst, daß der Sinn des Geruches von dem 4157
schmackes streng getrennt ist. Personen, die nicht riechen, können
n die Geschmackseindrücke mit großer Feinheit unterscheiden [1]).

ubjective Geschmacksempfindungen. — Man kann mit 4158
rwarten, daß nicht bloß entsprechende, sondern auch fremdartige
§. 3249.) die Nerven der Geschmackswerkzeuge zu eigenthümlichen
eiten anregen werden. Es ist jedoch unmöglich, diesen Satz auf
fahrungswege mit Sicherheit zu erhärten, weil alle Versuche, die
zustellen vermag, die Möglichkeit chemischer Veränderungen der
üssigkeiten offen lassen.

rückte ich den unteren Theil der Zunge mit zwei Fingern stark 4159
en, so daß ich einen nicht unbedeutenden Schmerz empfand, so be-
ich einen schwach alkalischen und nach dem Aufhören des Druckes
iuerlichen Geschmack. Es fragt sich aber, welchen Antheil der
l an diesen Erscheinungen hatte. Manche Menschen vergleichen
fühl, welches ein leiserer Druck anregt, mit einem schwach bitter-
Geschmacke. Streicht ein kalter und trockner Luftstrom über die
he der Zunge, so bemerkt man eine Kälteempfindung, welche
mit dem Geschmackseindrucke des Salpeters in Beziehung brin-
lan darf wohl mit Recht annehmen, daß hier eine sensible Em-
von dem Urtheil willkürlich ausgelegt wird.

ingt man einen Zink- und einen Kupferstreifen in die Mundhöhle 4160
ießt das Ganze, so bemerkt man bisweilen einen rein metallischen
ck. Ist aber auch ein galvanischer Strom im Stande, andere ei-
lichere Empfindungen anzuregen, so fragt es sich, ob nicht die
Zersetzung der Mundflüssigkeiten den Eindruck auf rein objecti-
ge hervorruft.

ffelbe gilt von manchen anderen Erfahrungen. Halten Dupuy- 4161
und Magendie Milch in das Blut von Hunden eingespritzt, so
ie Thiere mit der Zunge, als wenn sich eine ihnen angenehme

---

[1] Picht, a. a. O. p 27 — 29.
quet, a. a. O. S. 237.

Flüssigkeit in ihrer Mundhöhle befände. Dieser Versuch beweist nicht einmal, daß die in dem Blute enthaltenen Stoffe unmittelbar geschmeckt werden. Es wäre möglich, daß schmackhafte Verbindungen mit der Ernährungsflüssigkeit oder dem Speichel austraten und die Aufmerksamkeit des Thieres fesselten. Ein Magenkranker, ein Mensch, der sich heftig geärgert hat, ein Gelbsüchtiger kann von einem bitteren Geschmacke anhaltend gequält werden. Sein Speichel und sein Mundschleim enthalten aber bisweilen Stoffe, die auch jedem Anderen bitter schmecken. Der süße Geschmack, den nicht selten lungenkranke oder brustschwache Menschen nach dem Husten haben, rührt wahrscheinlich ebenfalls von der Wirkung des Auswurfes oder der regelwidrigen Mischungen des Blutes und der Absonderungen her.

Tastsinn.

4162 Jeder der vier höheren Sinne empfängt zwei Arten von Nervenfasern. Die eine führt zu den eigenthümlichen Eindrücken des Gesichtes, des Gehörs, des Geruches oder des Geschmackes, die andere dagegen zu den Tast- und Schmerzensempfindungen, deren die entsprechenden Gewebe fähig sind. Die Tastwerkzeuge fußen in dieser Hinsicht auf einfacheren Verhältnissen. Man kann hier nicht mehr die sensuellen von den sensiblen Nervenfasern unterscheiden. Alle Wirkungen rühren vielmehr, so viel man weiß, von Nerven her, welche stärkere Angriffe mit Schmerz beantworten.

4163 Das Auge belehrt uns nur über die Wellenverhältnisse des Lichtes und das Ohr über die Erschütterungen der wägbaren Körper. Der Geruch und der Geschmack arbeiten nicht minder in einer einseitigen vorgeschriebenen Richtung. Die Empfindungen dagegen, welche die Tastnerven erzeugen können, wechseln in ausgedehnterem Grade nach Maaßgabe der Nebenbedingungen, denen sie ausgesetzt werden.

Berücksichtigen wir zunächst die objectiven Thätigkeiten, die an allen tastenden Hautoberflächen hervortreten, so können sie uns von dreierlei Wirkungsarten, den mechanischen Widerständen, den Einflüssen der Kälte oder der Wärme und den ätzenden Eingriffen Rechenschaft geben. Einzelne Theile unseres Körpers liefern außerdem noch Eindrücke eigenthümlicher Art. Die scheinbaren Geschmacksempfindungen, welche die Tastnerven der Zunge veranlassen, das Stumpfwerden der Zähne, der Hunger, der Durst, der Kitzel und die Wollust gehören zu dieser zweiten Reihe von Auffassungen. Sie sind zwar an bestimmte Stellen unseres Körpers und an gewisse Verhältnisse der anregenden Reize gebunden. Die Nerven aber, welche jene Gefühle vermitteln, können wiederum unter anderen Verhältnissen tasten und unter noch anderen Schmerzen erzeugen. Betrachten wir endlich die subjectiven Eindrücke, welche die sensiblen Nerven anzuregen vermögen, so vergrößert sich noch das Gebiet der hier möglichen Empfindungen. Das Stechen und Prickeln, welches das Einschlafen der Glieder begleitet, das Ameisenlaufen, das Taubsein der Haut, weicht

nantitativ oder qualitativ von den übrigen Tastempfindungen ab. Die Sprache drückt wahrscheinlich die Verschiedenheiten, die hier vorkommen, nicht scharf genug aus. Der Mensch selbst vergleicht nicht selten die Gefühle mit fremdartigen Empfindungen. Bezeichnungen, wie Brennen oder Stechen werden oft genug den mannichfachsten Wahrnehmungen zum Grunde gelegt.

Mehrere Nebenverhältnisse bedingen diese größere Vielseitigkeit der 4164
Tastwerkzeuge oder der Wirkung der sensiblen Nerven. Die vorbereitenden Gebilde wechseln in höherem Grade an den einzelnen tastenden Oberflächen. Dasselbe gilt von den Nervenfasern, welche die Eindrücke vermitteln. Die einen durchsetzen nur ihre Wurzelknoten, während die anderen eine größere Menge von Ganglien längs ihres Verlaufes darbieten. Da aber dieselbe Hautstelle die gewöhnlichen Tastgefühle, die Empfindungen der Wollust oder des Kitzels und die Schmerzenseindrücke zugleich vermitteln kann, da die mechanischen Anregungen anders als die thermischen wirken, so folgt hieraus, daß die Art und die Reihenfolge der Molecularveränderungen, die in den Nerven eingeleitet werden, die Ergebnisse wesentlich bestimmen helfen.

Zweierlei Gattungen von Gewebtheilen, die Fasern der Hautgebilde, 4165
welche die freie Oberfläche begrenzen, und der sie bekleidende Ephithelialüberzug beschützen die Nerven, welche das Tastvermögen vermitteln. Sie führen zunächst die anregenden Reize auf das passende beschränkte Maaß der Einwirkung zurück. Eine ihres Epitheliums beraubte Fläche schmerzt aber unter denselben Eingriffen, die bloße Tastempfindungen an den gesunden Theilen veranlassen.

Die Zellen, aus denen die Oberhaut besteht, verhornen im Laufe ih- 4166
rer Entwickelung stärker, als die der anderen Epithelien. Diese härteren Gebilde liegen zugleich in zahlreicheren Schichten über einander. Da sie überdies ein geringes Wärmeleitungsvermögen besitzen, so können sie mechanische, thermische oder chemische Eingriffe mäßigen und deren schmerzhafte Wirkungen mildern oder aufheben. Es wird daher derselbe Druck oder der gleiche Temperaturgrad, welcher an der äußeren Haut gut vertragen wird, an der Nasenschleimhaut Schmerz erregen.

Die Dicke des Hornüberzuges bestimmt in gewisser Hinsicht den Grad 4167
des Schutzes, dessen sich eine Oberfläche erfreut. Die Fußsohle, die Fingerspitzen, die Zunge und die Bindehaut bilden z. B. deshalb eine abstufende Reihenfolge. Verirrt sich ein Härchen, welches an der Haut kaum gefühlt wird, in den Bindehautsack, so erregt es das Gefühl eines lästigen Druckes, Thränenfluß und krampfhafte Bewegungen der Augenlider. So entschieden sich aber auch jener Einfluß der Hornbekleidung zu erkennen giebt, so läßt sich doch nicht behaupten, daß ihre Dicke immer in umgekehrtem Verhältnisse zu der Feinheit des Tastvermögens steht. Der Reichthum und die Eigenthümlichkeit der Nervenmassen kann hier die Ergebnisse ändern. Die Nasenschleimhaut ist daher weniger empfindlich, als die Bindehaut des Auges.

Alle Punkte unserer äußeren Körperoberfläche besitzen ein feineres oder 4168

stumpferes Tastgefühl. Verfolgen wir dagegen die inneren Höhlungen, so stoßen wir auf die größten Verschiedenheiten. Die Mundhöhle liefert uns das zarteste Tastwerkzeug in der Zungenspitze. Ihre übrigen Theile und die Gebilde des Rachens empfinden zwar die mechanischen, thermischen oder chemischen Eingriffe, sie stehen jedoch in dieser Hinsicht dem vordersten Theile der Zunge in hohem Grade nach. Die Bindehaut beantwortet schon leise Ansprüche mit Schmerzensgefühlen. Der äußere Gehörgang hingegen verhält sich, wie ein stumpfer auffassender Hauttheil. Die Oberflächen der Nasenhöhle, der Harnröhre und des Mastdarmes sind für den Schmerz zugänglicher, als für das eigentliche Tasten. Die der Speiseröhre, des übrigen Nahrungscanales und der Harnblase verrathen bloß diejenigen Veränderungen, die mit schmerzhaften Gefühlen verknüpft sind oder ihnen wenigstens nahe stehen. Unser Bewußtsein erfährt gewöhnlich nie, was an den Innenflächen des Herzens, der Blutgefäße, der Saugadern, der Ausführungsgänge der Drüsen, der serösen Höhlen und der Markräume der Knochen vorgeht. Nur sehr schmerzhafte regelwidrige Eingriffe können in dieser Hinsicht Ausnahmen herbeiführen.

4169 Viele der zuletzt erwähnten Eindrücke hängen mit den Ernährungserscheinungen auf das Innigste zusammen. Die Natur verschloß sie unserer subjectiven Wahrnehmung, weil wir dann fortwährend von einer Reihe unnützer Gefühle heimgesucht und nicht selten zu unpassenden Gegenwirkungen verleitet worden wären. Die Ursache dieser Eigenthümlichkeit liegt vor Allem in den Nervengebilden, deren Verhältnisse uns in der Nervenlehre ausführlicher beschäftigen werden.

4170 Die meisten tastenden Oberflächen sind mit kleinen Hügeln oder Tastwärzchen, in deren Inneres empfindende Nerven eindringen, ausgerüstet. Diese Gebilde vergrößern die Gefühlsfläche. Sie machen sie zugleich rauher und versehen sie gleichsam mit einer Reihe von Spitzen, die an allen ihren freieren Punkten für die Aufnahme von Eindrücken empfänglich bleiben. Die mechanischen Verhältnisse können auf diese Weise genauer unterschieden werden. Reiben wir einen Stab an der Vorderfläche des Zeigefingers und an der Zungenspitze, so kann uns deshalb jene einen lebhafteren Eindruck darbieten.

4171 Mechanische Wirkungen. — Der Widerstand, den ein Körper der fühlenden Haut entgegensetzt, wächst unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Härte, welche er darbietet. Der Druck oder Gegendruck, den er auszuüben vermag, wird auf diese Art jene Eigenschaft näher anzeigen. Die Erkenntniß derselben bleibt jedoch in ziemlich engen Grenzen eingeschlossen. Gasmassen, die nicht lebhaft bewegt werden, die keine wesentliche Wärmeunterschiede bedingen, wirken zu schwach, als daß sie von den meisten Taststellen aufgefaßt würden. Ueberschreitet umgekehrt ein Körper einen gewissen Härtegrad, so reicht unser Tastvermögen nicht hin, seine Eigenthümlichkeit genügender anzugeben. Wir urtheilen daher am sichersten über die Dichtigkeitsverhältnisse der nicht zu harten, der halbflüssigen oder der tropfbar flüssigen Verbindungen.

4172 Wir haben früher (§. 4165.) gesehen, daß die Oberhaut den Druck

rührungskörper mäßigt. Sie beſtimmt daher in gewiſſem Grade
irke des Eindruckes. Stellen, die mit einer dickeren Oberhaut ver-
ind, führen zu unbeſtimmteren Ergebniſſen und umgekehrt. Die
ge Hand eines Arbeiters ſteht deshalb der zarten einer Dame, die
le eines jeden Menſchen den Fingerſpitzen deſſelben nach. Hat die
ut einen Theil ihrer Hornſchichten verloren, iſt ſie mit Waſſer
änkt worden, ſo verleiten uns die leichter hervortretenden Schmer-
pfindungen zu unrichtigen Urtheilen. Eine warme Flüſſigkeit kann
inn dichter, als eine kalte vorkommen. Eine angeätzte oder ver-
Hautſtelle arbeitet ebenfalls unregelmäßiger. Das ſtumpfere Ge-
as ſtarke Tabakraucher an ihrer Zunge zu haben pflegen, kann als
dienen, daß betäubende Stoffe die Empfänglichkeit der Nerven für
Zeit herabſetzen.

ie Feinheit, mit der eine Hautſtelle die räumlichen Beziehungen der 4173
en Gegenſtände beurtheilt, hängt im Weſentlichen von der Zahl der
n aufgefaßten Punkte ab. Jeder Theil hat nämlich ein Minimum
ſtandes, bei dem zwei Eindrücke nicht mehr für ſich, ſondern zu Ei-
rſchmolzen aufgefaßt werden. Dieſe Größe liefert ein Maaß des
heidungsvermögens. Sie vertritt gewiſſermaaßen im Taſtſinn, was
nſte Geſichtswinkel in dem Sehorgane darſtellt.

l man dieſe Verhältniſſe prüfen, ſo bewaffnet man die Spitzen eines geraden
cirkels mit Korkſtückchen. Dieſes von E. H. Weber [1]) zuerſt angegebene Ver-
rwährt den Vortheil, daß keine Schmerzensempfindung den Eindruck ſtört. Man
ſich am zweckmäßigſten eine kleine Korkpyramide, halbirt ſie von oben nach
d bekleidet das Ende eines jeden Cirkelarmes mit einem Korktheile, ſo daß die
ächen bei möglichſter Annäherung genau auf einander paſſen.

ie Werthe, welche dieſe Beobachtungen liefern, ſchwanken in hohem 4174
mit Verſchiedenheit der Nebenverhältniſſe. Laſſen wir die unge-
hen Einflüſſe, auf die wir in der Folge zurückkommen werden, bei
ſo hängt zunächſt der Erfolg von der Größe, der Art und der
des Eindruckes ab. Stellen ſich Schmerzensempfindungen ein, ſo
ie die Sicherheit des Urtheils. Werden die beiden Korkſpitzen hin
r bewegt, ſo erkennt man noch Abſtände, die ſich in der Ruhe nicht
en. Hält die Wirkung länger an, ſo gewinnt die Beſtimmung an
eit. Es iſt an manchen Stellen gleichgültig, in welcher Richtung
eſte, die beiden Taſtpunkte verbindende Linie verläuft. Wir können
an anderen kleinere Entfernungen unterſcheiden, ſo wie die Ver-
gslinie quer aufgeſetzt wird. Die Richtung, welche der Länge des
s oder eines Gliedes parallel geht, bietet dann ungünſtigere Ver-
e dar. Ungleichartige Hautſtellen führen eher zu genaueren Unter-
gen, als gleichartige.

---

he die für die Verhältniſſe des Taſtſinnes ſo lehrreiche Abhandlung von E. H.
ber, De subtilitate tactus diversa in diversis partibus sensui huic dicatis in
ı Schrift: De pulsu, resorptione, auditu et tactu: Annotationes anatomicae et
iologicae. Lipsiae 1834. 8. p. 44 — 175.

4175 Verkleinert man die Abstände nach und nach, so findet sich der reine einfache Eindruck nicht plötzlich ein. Man stößt vielmehr vielfach auf gewisse Uebergangsgrößen. Die Sicherheit der Bestimmung verliert sich zuerst. Man glaubt bisweilen noch zwei besondere Punkte wahrzunehmen. Ist diese Grenze überschritten, so empfindet man einen ausgedehnteren eiförmigen oder elliptischen Körper, bis endlich Alles in die Wahrnehmung eines kleinen Kreises oder eines sogenannten Punktes zusammenfließt.

4176 Vergleicht man eine Reihe von Personen, so ergiebt sich, daß nicht nur und dieselbe Hautstelle verschiedenartige Werthe liefert. Der Minimalabstand des Einen kann den des Anderen um das Fünffache übertreffen. Er schwankte z. B. zwischen 34 und 7 Mm. für die an den Unterkiefer grenzende Haut des Halses. Personen mit dünner und glatter Haut haben in dieser Hinsicht kleinere Abstände nöthig [1]).

4177 So sehr sich auch diese Verschiedenheiten in den absoluten Werthen zu erkennen geben, so liefern doch die Hautstellen eines jeden einzelnen Menschen eine ziemlich beständige Scala. Die Zungenspitze eröffnet die Reihe mit dem kleinsten nöthigen Abstande. Die Mitte der Rückenhaut steht anderseits an dem Ende derselben.

Anhang Nr. 171.

E. H. Weber [2]) hat zuerst eine Tabelle der Art geliefert. Theile, Grabow, Neuhaus, Bühlmann und ich wiederholten dann diese Untersuchungen. Nr. 171 des Anhanges liefert die Grenzwerthe und die Mittelgrößen, welche auf diese Weise an sechs verschiedenen Männern erhalten wurden. Sie sind auch den späteren Berechnungen zum Grunde gelegt. Eine neuere Prüfung, die Tobler vornahm, weicht nicht wesentlich von den früheren ab. Nur einzelne Stellen gaben eigenthümliche Werthe. (Siehe Anhang Nr. 171.) Untersuche ich gegenwärtig die verschiedenen Tastkreise meiner Finger, so erhalte ich nahebei noch die gleichen Zahlen, die ich vor neun Jahren gefunden habe.

4178 Die geringste Entfernung der beiden Punkte, welche die Zungenspitze als das feinste Tastwerkzeug nöthig hat, liegt ungefähr zwischen 1,1 und 0,9 Mm. Das arithmetische Mittel beträgt 1,09 Mm. Die Mitte der Rückenhaut hat in dieser Hinsicht 68,25 und 54,6 Mm. Der äußerste Theil taster daher im Durchschnitt 50mal so schwach, als der feinste.

4179 Legen wir den Mittelwerth der Zungenspitze als Einheit zum Grunde, so können wir die Genauigkeit, mit der die übrigen Gebilde die Entfernungen unterscheiden, mit Bruchtheilen und die Stumpfheit mit Vielfachen der Einheit bezeichnen. Die Haut der Mitte des Rückens erhält dann z. B. 0,02 und 50,1.

[1]) Die Nr. 171 des Anhanges verzeichnete Tabelle liefert diese Doppelwerthe für den [illegible] Stamm der Tastwerkzeuge. Es wurden hierbei die Mittelzahlen aus [illegible] sechs Personen ergaben, zum Grunde gelegt.

4180 Die Polarfladen der Fingerspitzen, die wir in der Regel zu feineren Tastbestimmungen benutzen, stehen der Zungenspitze am nächsten. Setzen wir die ihr zukommende Entfernung als Einheit voraus, so haben wir

[2]) [illegible] pag. 118. 119.

1,2 für das Ende des Zeigefingers und 1,5 für das eines jeden der übrigen Finger. Die Volarseiten der zweiten und der ersten Glieder bieten schon 3,2 bis 3,4 und die Rückenflächen der letzten Fingerglieder 4,4 dar.

Die Lippen können deutlich beweisen, welchen merklichen Einfluß die 4181
Zartheit der Gewebe auf diese Bestimmungen auszuüben vermag. Ihr rother Theil schließt sich den Volarflächen der Fingerglieder, wiewohl mit einem verhältnißmäßig sehr großen Sprunge an. Während aber ihr Werth 3,1 gleicht, steigt der der weißen Lippentheile auf 4,6.

Die Zungenspitze, welche die Nahrungsmittel vor Allem befühlen soll, 4182
erfreut sich auch des feinsten Tastvermögens. Die übrigen Theile der Zunge stehen dagegen in dieser Beziehung bedeutend nach. Die Mitte des Zungenrückens hat 4,0 und der Rand 5,1. Die Gebilde, an welche die Speisen während und nach dem Kauen angedrückt werden, liefern noch höhere Werthe. Wir erhalten z. B. 8,4 bis 8,5 für die Haut in der Mitte des harten Gaumens und für die Lippenschleimhaut in der Nähe des Zahnfleisches.

Man kann mit Recht erwarten, daß die zarte und nervenreiche Gesichts- 4183
haut von nicht vielen anderen Stellen des Körpers an Feinheit der Tastauffassung übertroffen wird. Die Erfahrung lehrt in der That, daß sich nur die Rückenflächen der Hände und die Volarseiten der Endglieder der Zehen mit ihr zu messen vermögen. Es ergiebt sich zugleich, daß die einzelnen Stellen der Gesichtshaut zu ungleichen Durchschnittswerthen führen. Die Nasenspitze und die nicht rothen Theile der Lippen liefern 4,6, die Außenfläche der Augenlider 7,9, die Wangenhaut über dem Backenmuskel 9,4, die an dem Vordertheile des Jochbeines 9,6, die an der Hinterseite desselben 10,9 und die an der unteren Stirngegend 12,4. Diese tastet daher beinahe dreimal so schwach, als die weißen und viermal so stumpf, als die rothen Theile der Lippen.

Vergleichen wir die Hände und die Füße unter einander, so verräth 4184
sich der Vortheil, den jene vor diesen genießen, auf das Deutlichste. Es zeigt sich zugleich, daß die Volarflächen der Endglieder der Zehen vor allen übrigen Theilen des Fußes bevorzugt sind. Der Werth der großen Zehe gleicht in dieser Hinsicht 6,7 und der des Daumens 1,5. Die Volarseite der Hand giebt 5,4 bis 7,9, die des Hintertheiles der Ferse dagegen 18,6. Obgleich die Rückenflächen der Hände weit stumpfer, als die Volartheile tasten, so eilen sie doch auch den Rückengebilden des Fußes voran. Jene führen im Allgemeinen zu 4,4 bis 14,4 und diese zu 12,2 bis 25,9.

Die Endglieder einer jeden Extremität tasten feiner, als die Mittel- 4185
glieder, und diese unterscheiden wiederum genauer als die Rumpfglieder. Wir erhalten z. B. 1,2 bis 10,2 für die Finger, 5,4 bis 14,4 für die Hand, 27,5 für den Vorderarm und 28,7 bis 35,4 für den Oberarm. Der Endtheil der großen Zehe giebt 6,7, die Plantarfläche des Metatarsusknochens derselben 12,2, die Haut an dem Hintertheile der Ferse 18,6, die des Fußrückens 25,9, des Unterschenkels 28,4 und des größten Theiles des Oberschenkels 34,4 bis 36,5. Wir stoßen jedoch noch hierbei auf

zweierlei bemerkenswerthe Nebenverhältnisse. Die Mittelglieder und die Rumpfglieder zeichnen sich beide durch eine bedeutende Stumpfheit ihres Tastgefühls aus, so daß sie nur in untergeordnetem Grade unter einander abweichen. Es giebt überdies einzelne Stellen, die sich eines verhältnißmäßig größeren Unterscheidungsvermögens erfreuen. Die Achselgrube hat z. B. 26,9, die Haut des Vorderarmes 27,5, die an dem oberen Theile des Oberarmes 28,7 und die der Mitte des letzteren 35,4. Eben so ergaben die Umgebung der Kniescheibe 21,1, der Unterschenkel 28,4, das Gesäß 34,4 und die Mitte des Oberschenkels 36,5. Die Umgebungen der Gelenke sind auch häufig empfindlicher, als die von ihnen entfernteren Orte. Die Zahl der Nerven und die Zartheit der vorbereitenden Gebilde liegen diesen Einzelverhältnissen wahrscheinlich zum Grunde.

4186 Wie die Rückenflächen der Endglieder der Extremitäten den Volarflächen derselben nachstehen, so wiederholt sich im Allgemeinen etwas Aehnliches für den Kopf und den Rumpf. Wir haben schon §. 4183. gesehen, daß der untere Theil der Stirnhaut einen verhältnißmäßig bedeutenden Werth in Vergleich mit den übrigen Gegenden des Gesichtes darbietet. Während seine Zahl 12,4 beträgt, erhalten wir 19,8 für den Scheitel, 27,5 für den Nacken in der Nähe des Hinterhauptes und 38,4 für die Mitte der Halswirbelsäule. Der Schamberg hat 19,0, die Gegend des Heiligbeines 31,0 und die der oberen Lendenwirbel 39,3. Die Brustwarze liefert 25,0, das Brustbein 32,9 und die Mitte des Rückens 50,1.

4187 Die meisten Stellen, welche sich durch die Feinheit ihres Tastgefühls auszeichnen, gehören freien Endtheilen, wie der Spitze der Zunge, den letzten Fingerphalangen, der Nasenspitze und dem Endtheile der großen Zehe, an. Die stumpfesten Orte dagegen liegen an der Mittellinie des Nackens und des Rückens.

4188 Das männliche Glied, dessen Reibung die Wollustempfindung in so hohem Maaße anregt, steht verhältnißmäßig tief in der Scala der Tastempfindlichkeit. Die Vorhaut hat 10,6 und die Mitte des männlichen Gliedes sogar 28,7. Eben so liefern der Schamberg 19,0 und die Brustwarze des Mannes 25,0. Der Penis erzeugt dagegen verhältnißmäßig sehr leicht Schmerzensempfindungen. Berührt man ihn mit zwei unbedeckten Cirkelspitzen, so erhält man hier unter sonst gleichen Verhältnissen unangenehmere Eindrücke, als an dem Fußrücken, der Volarfläche des letzten Gliedes des Zeigefingers und selbst an der Zungenspitze.

Der Geisteszustand ändert nicht selten den Erfolg der die Empfindungsnerven treffenden Eindrücke. Ist die Aufmerksamkeit des Menschen von anderen Dingen gefesselt, so können selbst bedeutende Verletzungen spurlos vorübergehen. Der hitzige Kämpfer bemerkt daher nicht im ersten Augenblicke die Verwundung, die ihn getroffen hat. Personen, deren geistige Fähigkeiten auf einer sehr niederen Stufe stehen geblieben, vertragen chirurgische Eingriffe besser, als Gebildete. Cretins des höchsten Grades, wie sie im Wallis und in dem Aostathale vorkommen, tragen bisweilen Glasscherben in ihren Schuhen, ohne die Unbequemlichkeit zu spüren. Sie scheinen sogar diese Art von Hautreizen zu lieben. Umgekehrt spüren sehr lebhafte Personen, die sich vor einer chirurgischen Operation fürchten, die geringste Verletzung mit der größten Lebhaftigkeit.

Die Uebung kann die Feinheit des Tastgefühls bis zu einem fast unglaublichen Grade steigern. Die Blinden unterscheiden bisweilen die ähnlichsten Zeuge auf das Ge-

naueste. Sie bestimmen auf diesem Wege die Farben einzelner Gegenstände mittelst ihrer Tastwerkzeuge. Die bengalischen Spinnerinnen sondern durch das Gefühl 20 Grade der Feinheit in dem rohen Cocon des Seidengespinnstes [1]). Ein Mensch, der ohne Arme geboren worden, kann auf dem Wege der Uebung seine Zehen, wie wir die Finger gebrauchen. Nicht bloß die Beweglichkeit, sondern auch das Tastvermögen gewinnt auf diese Weise. Unglückliche der Art erkennen so die verschiedenen Sorten von Nähfaden. Sie sind im Stande, Nadeln mit ihren Zehen einzufädeln und feinere weibliche Arbeiten mit ihnen zu verrichten. Ein Mann, dem die beiden Arme und die beiden zweiten Füße mangelten, hatte sich sogar zum Maler ausgebildet [2]).

Die Schnelligkeit und die Kraft, mit der eine Hautstelle gegen einen widerstehenden Körper gedrückt wird, trägt viel zur Sicherung der Bestimmung bei. Vergrößern sich die Bedingungsglieder, so können wir auch zwei nahe gelegene Punkte leichter unterscheiden. Harte Körper eignen sich hierzu besser, als weiche und Stoffe von mittlerer Temperatur eher, als sehr warme oder sehr kalte.

Der Zustand, in dem sich die Tastwerkzeuge befinden, übt nicht minder einen wesentlichen Einfluß aus. Umschnürt man den Zeigefinger mit einem festen Bande, so scheint die eintretende Blutstockung die Empfindlichkeit im Anfange eher zu erhöhen, als herabzusetzen. Ich glaube wenigstens zwei Punkte, die sich in der Minimalentfernung befinden, schärfer gesondert, als im freien Zustande zu empfinden. Eine größere Stumpfheit des Gefühls folgt jedoch später nach. Diese verräth sich auch während des Einschlafens des Gliedes oder während des Ameisenlaufens, das man mittelst der Umschnürung des Oberarmes oder des Oberschenkels erzeugt hat. Mäßige Eindrücke rufen dann leicht Schmerzensgefühle hervor.

Ein jeder ungewöhnliche Temperaturgrad, der auf die Haut einwirkt, kann die Tastempfindlichkeit herabsetzen. Diese Wirkung erhöht sich noch, so wie das Wasser den Vermittler bildet, weil die Erweichung der Oberhaut die Störung unterstützt. Schmerzensempfindungen kommen dann leichter zu Stande. Sie treten eher bei zu großer Wärme, als bei verhältnißmäßig bedeutender Kälte hervor. Hat z. B. ein Mensch ein kaltes Bad genommen, so wird er bald bemerken, daß seine Tasteindrücke während der Erstarrung in hohem Grade zurückgedrängt sind, daß sie aber an Kraft gewinnen, so wie die Haut abgetrocknet und das Gefühl der höheren Wärme eingetreten ist. Bleiben die Zunge, die Lippen, die Fingerspitzen mit Eis oder mit Wasser, dessen Wärme 50° bis 52° C. beträgt, eine Zeit lang in Berührung, so stumpft sich das Tastgefühl ab [3]). Der Druck, der die Haut trifft, wird mit geringerer Schärfe wahrgenommen.

Wir haben schon früher bemerkt, daß chemische Eingriffe und betäubende Stoffe der Sicherheit und Feinheit des Tastgefühls schaden können. Die durch Kali glatter gemachte Haut vermag zwar im Anfange etwas feiner zu fühlen. Ein irgend beträchtlicher Druck führt aber bald zu Schmerzensempfindungen.

Lassen wir die Widerstandsverhältnisse der Oberhaut und der übri- 4189
gen Zwischentheile bei Seite, so bildet der Nervenreichthum eines der vorzüglichsten Bedingungsglieder der Feinheit der Tastauffassung. Die Zunge, die Finger- und Zehenspitzen, die Gesichtshaut, die Umgebungen des Ellenbogens und der Kniescheibe empfangen verhältnißmäßig beträchtliche Mengen empfindlicher Nervenstränge. Die Anwesenheit der Nervenknoten und die Eigenthümlichkeit der Centralwerkzeuge kann jedoch die Stärke der bewußten Empfindung wesentlich bestimmen helfen. Die Regenbogenhaut zeigt sich z. B. deshalb unempfindlicher, als die Bindehaut des Auges. Eine Hautstelle, die mit verschiedenartigen Nervenästen aus-

[1]) R. Wagner's Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig, 1845. 8. Seite 336.
[2]) F. Magendie, Handbuch der Physiologie. Uebersetzt von Heusinger. Eisenach, 1834. 8. Bd. I S. 126.
[3]) E. H. Weber, in Müller's Archiv. 1847. S. 343 fgg.

[illegible] sondern endlich im Allgemeinen die Eindrücke genauer von einander. Zwei Punkte, welche symmetrische Stellen der Rückenhaut treffen, werden deutlicher, als zwei gleiche, die längs der Mittellinie hingezogen erzeugt.

4190 Das Urtheil, welches wir über die Raumausdehnung eines betasteten Körpers fällen, hängt in hohem Grade von der Empfänglichkeit der hierzu gebrauchten Hautstellen ab. Der scheinbare Abstand zweier Punkte kann sich mit der zunehmenden Feinheit der betastenden Hauttheile vergrößern. Es wird auf diese Weise eine Täuschung, die E. H. Weber[1] hervorgehoben hat, möglich gemacht. Gehen wir nämlich mit den passgezirkelten Cirkelspitzen, deren gegenseitige Lage unverändert bleibt, auf Hautstellen von wechselnder Tastempfindlichkeit dahin, so kommt es uns oft vor, als wenn sie einander näher rückten oder sich wechselseitig entfernten, je nachdem man zu empfänglicheren oder unempfänglicheren Tastwerkzeugen fortschreitet. Der Rücken und die Spitze der Zunge, die Wangen, die weißen und die rothen Theile der Lippen, die Unterfläche des Zeigefingers von der Wurzel bis zur Spitze eignen sich am ehesten zu diesen Beobachtungen. Das Scheingefühl der Vergrößerung des Abstandes, das an den empfindlicheren Stellen auftritt, verräth sich noch deutlicher, als die umgekehrte Empfindung, welche die entgegengesetzten Bedingungen begleitet. Da sich die Täuschung bei jeder beliebigen Entfernung der Berührungspunkte geltend machen kann, so folgt, daß man das Maaß der Tastempfänglichkeit in jedem Falle der Schätzung des Abstandes zum Grunde zu legen suchen. Sind die Cirkelspitzen nicht gezeichnet, so kann der stechende Schmerz die Schärfe der Bestimmung beeinträchtigen.

4191 Wirken zwei Eindrücke, welche verschiedene Hautstellen treffen, auf einander, so läßt sich im Allgemeinen der Unterschied der Oertlichkeit leichter auffassen, als wenn sie gleichzeitig thätig sind. Ist dieses Letztere der Fall, so hängt viel davon ab, ob sie mit gleicher Stärke die Tastwerkzeuge ansprechen oder nicht. Es kommt häufig vor, daß der heftigere oder der schmerzhaftere Eingriff den schwächeren in den Hintergrund drängt.

4192 Berührt nur ein Punkt eine Hautstelle, so kann man nur sehr unsicher bestimmen, in welcher Richtung der Druck unsere Körperoberfläche angreift. Vervielfältigen sich dagegen die einzelnen, gesondert wahrgenommenen Anspruchsstellen, so gewinnt auch in dieser Hinsicht die Schärfe der Beurtheilung.

4193 Ein Körper wird uns um so rauher vorkommen, je klarer wir die Unebenheiten desselben auffassen. Es ergiebt sich daher von selbst, daß sich auch hier die Empfindlichkeit der einzelnen Tastwerkzeuge und der Einfluß der Uebung geltend machen müssen. Fahren wir über die Oberfläche der befühlten Masse hin und her, so werden die Bewegungen das Urtheil wesentlich unterstützen. Sie begünstigen die gesonderte Auffas-

[1] E. H. Weber De subtilitate tactus pag. 59

ten Punkte (§. 4174.), belehren uns über die Ausdehnung der
en Unebenheiten und machen eine genauere Bestimmung des
sgrades möglich. Es ist daher vortheilhafter, daß sich der füh-
l bewegt und der betastete in Ruhe bleibt, als umgekehrt. Die
nten Thatsachen erklären auch, weshalb häufig die Kante eines
e wir an der Wange und den rothen Theilen der Lippen reiben,
breiter und rauher, als an jener erscheint.

haben schon früher (§. 3251.) gesehen, daß die Tastwerkzeuge 4194
itterungen, welche die Tonempfindung bedingen, unter günstigen
ssen ebenfalls auffassen. Soll dieses möglich werden, so müssen
e eine gewisse Stärke besitzen. Das Gehörorgan zeichnet sich in
insicht durch eine weit größere Empfänglichkeit aus. Es ver-
zugleich eine Reihe der rasch folgenden Stöße zu der Empfindung
infachen Tones, während die Tastwerkzeuge immer noch die Unter-
gen und die Wiederkehr der Erschütterungen auffassen. Es fragt
igens noch sehr, ob die einzelnen tastenden Oberflächen in dieser
ng dieselbe Empfänglichkeitsscala, wie für die Unterscheidung der
e darbieten. Ich kann z. B. Erschütterungen der Resonanzwerk-
ines Claviers, die meiner Zungenspitze und der Haut meines Ellen-
entgehen, mit dem Endgliede des Zeigefingers deutlich wahr-

r bemühen uns bisweilen, das Gewicht eines Körpers nach dem 4195
den er ausübt, zu schätzen. Unser Urtheil hängt hierbei vor Al-
zweierlei Bedingungsgliedern, von den Fähigkeiten der mit der
hwerten Körpertheile und von der Nebenhilfe, welche die Bewe-
rkzeuge leisten, ab.

ht eine Masse auf einer empfänglicheren Hautstelle, so pflegt sie 4196
) unter sonst gleichen Verhältnissen schwerer vorzukommen[1]). Läßt
e Billardkugel von der Wange nach den rothen Theilen der Lip-
: von dem Handteller nach den Endgliedern der Finger rollen, so
e an Gewicht zuzunehmen. Wir haben daher hier eine ähnliche
ng, wie für die Bestimmung der Abstände (§. 4190.). Die Em-
eitsscala, welche die einzelnen Hautstellen in dieser Beziehung
, stimmt übrigens nicht mit der, welche für die gesonderte Auffas-
eier Punkte gilt, überein. Die Lippen und die Augendeckel em-
z. B. in der Regel den Druck lebhafter, als die Volarflächen der
er der Finger.

t man die Körpertheile, auf denen die Last liegt, vollkommen ru- 4197
gewinnt man nur sehr unbestimmte Urtheile, die von dem augen-
n Eindrucke der Größe der Berührungsfläche und der Wärme
nichte abhängen und die nicht selten von Zeit zu Zeit wechseln.
man sie dagegen auf und ab, so nähern sich unsere Schätzungen
rheit in höherem Maaße. Die Wiederholung dieser Prüfungs-
rgrößert im Anfange die Sicherheit der Bestimmung. Man kann

---

1. E. H. Weber, a. a. O. p. 98

im Allgemeinen annehmen, daß ihre Angaben ungefähr 2 bis 4 Mal so genau, als die günstigsten Bestimmungen des bloßen Tastsinnes auszufallen pflegen.

E. H. Weber [1]) verglich schon diese beiderlei Arten der Schätzung des Gewichtsdruckes. Betrug die Belastung 32 Unzen, so fand sich, daß die Bestimmungsfehler in der Ruhe $^1/_{12}$ bis $^1/_5$ und unter der Nebenhülfe passender Bewegungen $^1/_4$ bis $^1/_{10}$ betrugen. Der mittlere Irrthum war 0,351 in dem ersten, und 0,096 in dem zweiten Falle. Schloß ich die Augen und ließ dann Gewichte, die ich nicht näher kannte, auf die Handteller bringen, so kam ich häufig zu gar keinem, irgend unveränderlichem Urtheile, wenn die Hände ausgestreckt auf dem Tische liegen blieben. War hier eine Bestimmung möglich, so stieg der Fehler auf $^1/_6$ bis $^1/_5$ der größeren von den beiderlei Belastungen. Konnte ich dagegen die nöthigen Bewegungen vollführen, so traf ich ein Mal das Gleichgewicht vollkommen genau, während sich der Fehler ein zweites Mal bis zu $^1/_{10}$ reducirte. 7 andere Erfahrungen der Art lieferten $^1/_5$ bis $^1/_{127}$. Die durchschnittliche Abschätzung aller neun Prüfungen glich 0,073. Sie war ungefähr halb so klein, als in den günstigsten Beobachtungen, die während der Ruhe angestellt wurden. Die aufgelegten Gewichte schwankten hierbei von 135 bis 570 Grm.

Halten sich die Belastungen innerhalb gewisser Grenzen, so scheinen die schweren durchschnittlich eben so große Irrungen, als die leichteren möglich zu machen. Die rechte Körperhälfte wurde nach Weber eine und dieselbe Belastung für kleiner halten, als die linke. Soll ich nach meinen Gefühlen urtheilen, so liefert mir der rechte Handteller die Empfindung eines stärkeren Druckes, als der linke.

4198 **Wärmebestimmungen der Haut.** — Obgleich die Hautnerven den Temperaturwechsel anzugeben im Stande sind, so richtet sich doch im Wesentlichen das Urtheil, das wir in dieser Hinsicht fällen, nach mehreren Nebenverhältnissen. Die Menge der Wärme, die wir auf diesem Wege gewinnen oder verlieren, scheint vor Allem den Eindruck zu bestimmen. Die Leitungsfähigkeit und die Ausdehnung der Gebilde, die mit den fremdartigen Massen in Berührung kommen und die physikalischen Eigenschaften von diesen wirken in der Regel gemeinschaftlich auf andere Empfindungen ein.

4199 Organtheile, die feiner tasten, nehmen häufig die Wärmeeindrücke mit großer Lebhaftigkeit auf. Man kann sich aber bald überzeugen, daß die Scala, auf die wir in dieser Beziehung stoßen, mit der der Bestimmung der Entfernungen nicht übereinstimmt. Tauche ich gleichzeitig die Spitze des Ellenbogens und den Zeigefinger oder die ganze Hand in Wasser von 8° C., so kommt es mir an dem Ellenbogen kälter, als an den zuletzt genannten Theilen vor. Er ist eben so für die Wärme empfänglicher, als die Spitze der Nase oder der Finger.

Weber [2]) folgert aus seinen Erfahrungen, daß meist die linke Hand die Temperatur des Wassers höher schätzt, als die rechte. Soll ich wiederum nach meinen Gefühlen urtheilen, so muß ich dieser Beziehung der rechten Hand den Vorzug geben. Das oben (§. 4203.) erwähnte Brennen tritt auch hier bei mir in der Regel früher ein.

4200 Bleibt die einwirkende Masse die gleiche, so kann die Größe der wirksamen Oberfläche das Urtheil bestechen. Eine und dieselbe Flüssigkeit kommt uns wärmer vor, wenn wir die vier Finger, als wenn wir

[1]) E. H. Weber, a. a. O. pag. 90.
[2]) E. H. Weber, a. a. O. p. 119. 120

en hineinstecken. Weichen die Wärmegrade zweier Flüssigkeiten wenig
a einander ab, so kann uns die kühlere, die wir mit einer größeren
äche berühren, wärmer erscheinen. Ein fester Körper von beschränkter
sdehnung kommt uns aus demselben Grunde kälter vor, als eine flüs-
ge Masse, welche die Haut inniger umspült. Wir verwechseln in allen
esen Fällen die Menge der Eindrücke mit der Beschaffenheit derselben.

Der Wärmegrad, dessen sich unsere Haut im Augenblicke erfreut, lie- 4201
t häufig den Maaßstab, nach dem wir die Temperatur beurtheilen.
kleiden wir uns an einem kühlen Tage, um in einem Flusse zu ba-
, so frieren wir, ehe wir in's Wasser gehen. Die Luft kommt uns
egen nach dem Bade warm vor. Tauchen wir den Finger in Wasser
40°, so erscheint es uns warm, eine Flüssigkeit von 32° dagegen kalt.
en wir die Hand eine Zeit lang in Wasser von 25° gehalten, so fin-
wir Wasser von 20° kühl und von 32° lauwarm.

Soll sich die Temperatur einer Masse, die unsere Hant berührt, mit 4202
Wärme von dieser ausgleichen, so kommen hierbei vor Allem ihr Lei-
svermögen und ihre specifische Wärme in Betracht. Ein Körper, der
diesem Wege mehr Wärme in der gleichen Zeit entzieht, regt auch
stärkeres Kältegefühl an. Das Quecksilber erscheint uns deshalb un-
den gleichen Verhältnissen kälter, als Wasser oder Oel, und ein festes
all niedriger temperirt, als ein Stück Glas oder Holz. Stellt man
hiedene Metallstäbe, die in diesen Beziehungen unter einander abwei-
und ungefähr gleiche Querschnitte darbieten, in heißes Wasser, so
man die größeren Unterschiede mittelst der Endglieder der Finger
mit der Zungenspitze deutlich erkennen. Kupfer und Messing zeigen
z. B. dann wärmer, als Blei.

E. Brunner [1]) fand, daß manche hysterische Frauen die Wärmeabweichungen ge-
, als Gesunde abgeben. Ließ er sie ihnen unbekannte Metallstäbe, die in Seiden-
r gehüllt waren, eine Zeit lang halten und dann nach Maaßgabe der Verschieden-
der Empfindung, die sie erregten, anordnen, so brachten sie sie ungefähr in Reihen,
em Leitungsvermögen und der mit der Eigenschwere in Beziehung gebrachten Wär-
pacität entsprachen. Es folgten hiernach Kupfer, Messing, Eisen, Zink, Zinn, Blei
Wismuth. Gesunde Menschen mit zarter Haut und vorzugsweise Frauenzimmer
n schon häufig die Wärmeverschiedenheiten von einzelnen der genannten Metalle
Weiteres unterscheiden. Steht z. B. die Temperatur derselben hinter der der Kör-
eile merklich zurück, so machten Kupfer und Messing auf mich einen bedeutenderen
eindruck, als Blei. Hielt ich die Stäbe eine Zeit lang in einem Wasserbade von
., ließ aber ungefähr gleiche Endstücke derselben frei herausragen, so erschien mir
Kupfer oder das Messing auffallend wärmer, als das Blei, ich mochte die Zungen-
oder den Zeigefinger zum Tasten gebrauchen. Die Zwischenmetalle, wie Eisen, Zinn
Zink, gaben weniger beständige Unterschiede.

Kann ein Wärmegrad, der von der Temperatur der Körpertheile 4203
ntlich abweicht, die tieferen Gebilde der Tastorgane durchdringen, so
igt sich ein schmerzhaftes Gefühl, das sich von der gewöhnlichen
peraturempfindung unterscheidet und länger, als die Berührung der

---

C. Brunner, Sohn, Ueber die Wirkungen, welche verschiedene Substanzen durch Berührung auf nervenschwache Personen ausüben. Bern, 1848. 8. S. 24—37.

fremdartigen Masse dauert, anhält. Dieses Brennen, das wahrs
von einer Gleichgewichtsstörung der Empfindungsnerven herrührt
häufig binnen Kurzem seiner Stärke wegen unerträglich, so daß
sehr kalten oder sehr heißen Körper zu verlassen genöthigt werden.

4204 Der Schmerz tritt im Allgemeinen um so früher ein, je empf
die Berührungsstelle und je abweichender die Temperatur des b
Gegenstandes ist [1]). Ich konnte z. B. den Zeigefinger meiner
Hand nur 2½ Secunden in Wasser von 80° C., dagegen 4 Secu
solchem von 76° C. halten. Betrug die Wärme 80°, so ergaben b
anderen Versuche die Zungenspitze und der Zeigefinger 4 und der
finger 3 Secunden. Sinkt die Temperatur auf 40° bis 45° C., s
jeder Schmerz auszubleiben. Der Ellenbogen zeigte sich hier w
empfindlicher, als alle bis jetzt genannten Theile. Das Brenn
schon bei 76° C. nach 1 bis 2 Secunden unleidlich und hielt nac
Minuten im Freien an, während es an der Zunge und den Fi
kürzerer Zeit aufhörte.

4205 Diese Schmerzensgefühle unterdrücken die genaueren Temp
pfindungen. Kommen sie ein Mal zum Vorschein, so können
z. B. nur ungefähr entscheiden, ob der eine brennende Körper he
ein zweiter ist. Der Grad des Schmerzes, die Schnelligkeit, m
eintritt und sich weiter verbreitet, bilden die einzigen Entscheidun
Fehlen hingegen jene bewältigenden Gefühle, so können wir klein
peraturabweichungen um so eher schätzen, je näher die Wärme de
rungskörpers der unserer eigenen Hauttheile steht. 30° bis 40°
daher in dieser Hinsicht das günstigste Gebiet.

4206 Da das Brennen einerseits erst bei 0° bis 10° und ande
52° bis 100° einzutreten pflegt, so ergiebt sich, daß der Schmerz
peraturen, welche die thierische Wärme übertreffen, früher, als
die unter ihr stehen, zu Stande kommt. (Bd. I. §. 335.)

4207 Oertliche Eigenthümlichkeiten der Tastwerkze
Wir haben schon früher bemerkt, daß einzelne Körpergebilde ein
vollkommenes Tastvermögen besitzen. Die Stärke der Schutzh
zunächst diesen Nachtheil bedingen. Es tastet daher die Ober
Nagels schwächer, als die Volarseite der Finger. Die Verschied
zieht sich jedoch hier nur auf die Größe und nicht auf die Bes
des Eindruckes. Wir finden aber an anderen Stellen, daß die
dungen ihrer inneren Natur nach wechseln. Es kann zunächst ein
haftes Gefühl bei irgend durchgreifenderen Eindrücken, welche
Haut des männlichen Gliedes, die Bindehaut des Auges u. dg
vorherrschen. Die Art der Empfindung, welche die Nasenschlein
fert, weicht von der, welche die Gesichtshaut giebt, wesentlich
Stumpfwerden der Zähne, das dem Genusse der Säuren folgt,
keiner anderen Stelle unseres Körpers wieder.

4208 Der Kitzel und die Wollustempfindung stimmen darin übe

[1]) E. H. Weber, a. a. O. pag. 128.

durch einen einmaligen, vorübergehenden oder bleibenden Einstande kommen, sondern daß sie eine gewisse Reibung, eine ederholung und Vertheilung des Anspruches voraussetzen. Die ollustgefühle sind hierbei immer an die Geschlechtswerkzeuge ge- Der Kitzel bietet dagegen eine größere Mannichfaltigkeit dar. ell Höhle nnd die Fußsohle pflegen dieses Gefühl am ehesten zu . Besitzt dagegen der Mensch eine größere Empfänglichkeit für Eindrücke, so kann es schon an der Volarseite der Hand oder des rmes, am Halse, den Seitenwänden des Brustkastens zu Stande en. Die stürmischeren Folgen des Kitzels, wie das Lachen und die gehrteren Gegenbewegungen, fehlen umgekehrt in anderen Personen nlich. Die Meisten können sie durch die Kraft ihres Willens gänzlich rdrücken.

Wie der Schmerz die feineren Tastgefühle in den Hintergrund drängt, 4209
so kann er selbst wiederum von der Wollust oder von ähnlichen Empfindungen für den Augenblick übertäubt werden. Es kommt vor, daß leidenschaftliche Onanisten ihr männliches Glied mit Bindfaden oder Ringen so fest als möglich umschnüren, die Haut desselben blutig kratzen oder selbst das Ganze einschneiden, um ihre Neigung desto nachdrücklicher zu befriedigen. Die harten Stacheln und Warzen, die an der Eichel mancher Beutelthiere vorkommen, greifen wahrscheinlich so tief ein, daß nur die Wollustempfindung des Weibchens die sonst entstehenden Schmerzen beseitigt. Menschen, die an juckenden Hautausschlägen leiden, kratzen sich häufig blutig und haben hierbei ein angenehmes, der Wollust in gewisser Hinsicht ähnliches Gefühl, während sich der oft heftige Schmerz erst nach dem Aufhören der Reibung geltend macht.

Die gewöhnlichen Tasteindrücke können noch eigenthümliche Empfin- 4210
dungen unter gewissen Nebenverhältnissen veranlassen. Viele Menschen fühlen sehr glatte und vorzüglich feinhaarige Gegenstände mit besonderm Wohlbehagen, weil sie ihnen gewissermaaßen den niedersten Grad des Kitzels erzeugen. Klebrige Gegenstände sind dem Einen und feine Pulver einem Anderen in hohem Grade zuwider. Die Stoßbewegungen, die das Kauen von Sandkörnchen, von Knochensplittern, das Durchziehen eines Fadens oder Drahtes durch die Zahnreihen veranlaßt, führen meist den unangenehmsten, subjectiven, nicht selten von Frösteln begleiteten Gegenwirkungen.

Schärfe der Tastempfindung — Wir haben schon §. 3251. 4211
gesehen, daß die Tastwerkzeuge dem Auge und dem Ohre an Feinheit des Unterscheidungsvermögens nachstehen. Der Vergleich einzelner Zahlenverhältnisse, zu denen uns indeß die genauere Betrachtung der verschiedenen Sinne geführt hat, kann uns von der Richtigkeit dieses Satzes näher überzeugen.

Erblickt ein scharfes Auge zwei gesonderte Punkte, so verschmelzen sie sich nicht zu einem Eindrucke, wenn der gegenseitige Abstand ihrer Netzhautbilder $\frac{1}{300}$ Mm. beträgt. Günstige Bedingungen können sogar noch

kleinere Werthe möglich machen. Die Zungenspitze, die am feinsten tastet, liefert nur $^{9}/_{10}$ Mm. als Minimum.

Ein geübtes Augenmaaß wird noch eine 201 Mm. lange Linie von einer, die 200 Mm. mißt, unterscheiden. Ein musikalisches Ohr erkennt noch die Abweichung zweier Töne, deren Schwingungszahlen um $^{1}/_{300}$ und selbst um $^{1}/_{1200}$ verschieden sind (§. 4038.). Kein Theil der Tastwerkzeuge ist im Stande, so kleine verhältnißmäßige Differenzen der Abstände oder der Wärmegrade anzugeben. Es hängt von Zufälligkeiten ab, wenn sich die Abschätzung der Gewichte auf so geringe Bruchtheile unter den günstigsten Bedingungen beschränkt. Die Tastwerkzeuge pflegen in ihrem Gebiete in jeder Beziehung unvollkommener, als das Auge oder das Ohr zu arbeiten. Es ist jedoch noch nicht entschieden, in welchem Maaße sie der Einfluß der Uebung von diesem Nachtheile zu befreien vermag.

4212 Gefühlstäuschungen. — Wir begegnen hier wiederum zweierlei Classen von Erscheinungen. Die eine rührt von objectiven Empfindungen, die nur unrichtig gedeutet werden, die andere dagegen von den regelwidrigen Verhältnissen der Nervengebilde her.

4213 Da die einzelnen Theile der Tastwerkzeuge die mannichfachsten Empfänglichkeitsgrade besitzen, so kann ein und derselbe Körper, den wir nicht gleichzeitig sehen, die verschiedensten Vorstellungen veranlassen. Die dumpfen Gefühle der Eingeweide liefern deshalb weit unbestimmtere Erkennungsmittel und zahlreichere Irrungen, als die begünstigten Hautflächen. Reiben wir eine aus platt geschlagenen Ringen bestehende Uhrkette an der Zungenspitze, so gewinnen wir ein ziemlich richtiges Urtheil über ihre Zusammensetzung. Wiederholen wir denselben Versuch an der Nackenhaut, so glauben wir, daß ein nur mäßig rauhes Metallband an unseren Tastwerkzeugen dahingleitet.

4214 Berührt ein Körper zwei verschiedene Tastflächen zu gleicher Zeit, so erhält man meist nur einen einfachen Eindruck. Es kann jedoch unter gewissen künstlichen Verhältnissen vorkommen, daß hier Doppelempfindungen, wie bei dem Schielen der Augen, zu Stande kommen. Ein den Griechen schon bekannter Versuch, den der ältere Sturm genauer beschrieben hat, wird uns dieses am besten versinnlichen.

Fig. 336.

Rollen wir eine Kugel *a*, Fig. 336., zwischen der Daumenseite des Mittelfingers *b* und der Kleinfingerseite des Zeigefingers *c*, so fühlen wir sie einfach. Wir bemerken die beiden einander entgegengesetzten Abschnitte und vervollständigen das Ganze zu dem Bilde einer einzigen Kugel. Kreuzen wir dagegen die beiden genannten Finger, so wie es *e* und *f* andeuten, so glauben wir zwei Kugeln

ſtatt *d* zu haben, ſo wie wir die Reibung eine Zeit lang fortſetzen. Der Verſuch gelingt auch unter ähnlichen Verhältniſſen an den übrigen Fingern, ſchwieriger dagegen an den Zehen. Der eine der beiden Eindrücke fällt in der Regel ſtärker als der andere aus. Man hat dieſen Umſtand für den Grund der Täuſchung angeſehen. Jede der ungleich empfundenen Flächen ſollte auf einen beſonderen Körper bezogen werden. Reibt man aber eine Kugel an der einen Fingerſpitze und an der Zunge, ſo erhält man zwei gleiche Eindrücke ohne Doppelempfindung. Es kann daher jener Irrthum auf dieſen Verhältniſſen nicht fußen.

Sind die Finger, wie *b* und *c* geſtellt, ſo befühlen zwei verhältnißmäßig entgegengeſetzte Taſtflächen zwei gegenüberſtehende Kugelabſchnitte. Die Phantaſie ergänzt daher das Uebrige ohne Weiteres zu einem Kugelgebilde. Kreuzen wir dagegen die Finger, wie es *e* und *f* darſtellen, ſo wirken zwei entſprechende Taſtflächen. Dieſes Beſtimmungsglied gewinnt allmälig die Oberhand. Wir nehmen zwei Krümmungsflächen wahr, die ſich nicht unmittelbar zu einer Kugelgeſtalt verbinden laſſen und glauben daher zwei Kugeln mehr oder minder vollſtändig aufzufaſſen. Ein cylindriſcher Körper ſcheint meiſt eine minder deutliche Täuſchung zu liefern. 4215

Objective Eindrücke, welche die Taſtwerkzeuge getroffen haben, hinterlaſſen häufig eine merkliche Nachempfindung. Wir haben ſchon §. 4203. geſehen, daß das Brennen, welches ein ungewöhnlicher Temperaturgrad veranlaßte, länger, als der reizende Körper ſelbſt anhält. Mechaniſche Eingriffe können in ähnlicher Weiſe wirken. Ein Menſch, der einen engen Ring, eine feſt anſitzende Brille oder einen drückenden Verband getragen hat, fühlt noch die Beengung, ſo lange ſeine Hautgebilde nach der Entfernung jener Körper eingeſchnürt bleiben. Man ſieht aber leicht, daß gewiſſe objective Veränderungen in allen dieſen Fällen zurückgeblieben ſind und daß wir hier keine rein ſubjectiven Erſcheinungen vor uns haben. 4216

Sind die Gefühlsnerven in ihrer Thätigkeit geſtört, ſo werden die Eindrücke unrichtig aufgefaßt. Der Menſch deutet ſie unwillkürlich nach ſeinen regelwidrigen Wahrnehmungen. Iſt die eine Hälfte der Ober- oder der Unterlippe gelähmt, ſo glaubt er, wenn er trinkt, daß die Theile des Glaſes, welche jene unthätigen Hautſtellen berühren, ausgebrochen ſeien. Perſonen, die an Halblähmung der Füße leiden, haben nicht ſelten das Gefühl, als wenn ſich eine Waſſerblaſe zwiſchen ihren Fußſohlen und dem Boden befände. Verweilte ich über eine Viertelſtunde in einem kalten Flußbade von 13° C., ſo habe ich einige Zeit ein Gefühl von Pelzigſein in meinen Fingern. Betaſte ich dann mit ihnen einen harten Körper, ſo erhalte ich einen Eindruck, als wenn ſich eine Zwiſchenmaſſe zwiſchen dieſem und meinen Fingern befände. Ich bemerke dann die Härte und die Unebenheiten der befühlten Maſſen mit geringerer Schärfe als ſonſt. Hypochondriſten und Hyſteriſche faſſen häufig die gewöhnlichen Taſtwirkungen unrichtig auf und deuten ſie nach ihren phantaſtiſchen Vorſtellungen. Viele Täuſchungen der Wahnſinnigen beruhen vermuthlich auf ähnlichen Gründen. 4217

Vergl. C. J. H. Inderfurth, De sensus in cute aberrationibus. Bonnae 1832. 4. pag. 15 — 18.

[illegible] Jede [illegible] der [illegible] Nervengebilde führt zu subjectiven Empfindungen, die wir dann in die äußeren Oberflächen versetzen. Die Deutung dieser Gefühle hängt nicht bloß von der Natur der Nerven, sondern auch von der Art, der Stärke und der Dauer der Einwirkung, die sie [illegible] werden, ab. Wir müssen daher hier eben so sehr auf [illegible] Bestimmungen der mechanischen Verhältnisse und der Wärmeverhältnisse, als auf die mannichfaltigen Arten der Schmerzenseindrücke.

[illegible] Der Frost, welcher den Beginn des Fiebers anzeigt, bildet eine rein [illegible] Empfindung, denn die Theile, in denen die Kälte gefühlt wird, sind nicht warm als unter den regelrechten Verhältnissen (§. 294.). Die [illegible] wahre Hitze steht ebenfalls in keinem Verhältnisse zu der Temperaturgrade, welche die thermometrische Prüfung nachweist. Die Empfindungen der Kälte, des Schaudern, den Eintritt eines epileptischen Anfalles oder andere Leiden begleiten, fußen auf ähnlichen subjectiven Erscheinungen.

[illegible] Das Schlafwerden der Glieder, das Ameisenlaufen, das Prickeln, das Zucken oder Zittern und die diesen ähnlichen Gefühle, welche den ausgeübten Druck der Nervenstämme, das sogenannte Einschlafen der Glieder, die Gesichtserscheinungen, welche gewisse Reizungen der Centraltheile begleiten, das feine Netz der Schlafhaut, das manche Menschen bei den Augen bemerken, und andere ähnliche Erscheinungen bilden nur die Einleitung mannichfaltiger Schmerzesempfindungen. Da hierbei häufig die Theile, an denen die Eindrücke wahrgenommen werden, wechseln, so kommt es darauf an, daß die Wirkungen die einzelnen Nervenstämme oder deren Empfindungsorte zu ungleichen Zeiten treffen. Jeder dieser Theile [illegible] empfindet eine Reihe von Schwingungen, deren Schwingungen in Stärke in verschiedenen Augenblicken [illegible] Hier [illegible] die Scheinbewegungen, welche hier [illegible] erscheinen.

[illegible] Diesen Empfindungen begleiten häufig diese Schmerzensgefühle. Der Schlaf [illegible] mit der Empfindung des Frostes [illegible] Erwachen mit der Hitze. Das Bewußtsein der Frische, der [illegible] die Abspannung der Ermüdung und das Mattsein lehren [illegible] Empfindungen auf Muskelgefühle bezogen [illegible]

[illegible] Die [illegible] Empfindungen können [illegible] häufig genug von vorangegangenen [illegible] Eindrücken, [illegible] Vorstellungen, lebhafte Erinnerung, [illegible] Sinne [illegible] andere Eindrücke können aber eben so gut die Empfindungen des Heißen oder der Kälte, des Rieselns, des Prickelns, des Schlafwerdens [illegible] hervorrufen. Die Theile, deren feinere Ansprüche unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht wahrgenommen werden, liefern [illegible] [illegible] Empfindungen unter jenen regelwidrigen Verhältnissen. Die Haut [illegible] in dieser Hinsicht die größte Mannichfaltigkeit [illegible] Das Ameisenlaufen, das Rieseln und das Prickeln, das [illegible] [illegible] [illegible]

Nerventhätigkeit.

Die wesentlichsten Merkmale, welche die Lebenserscheinungen der Thiere 4223
n denen der Pflanzen unterscheiden, die Vorzüge, denen jene ihre An-
rüche auf die höchste Stelle unter allen Gebilden der Erdrinde verdan-
t, hängen ursprünglich von der Anwesenheit eines Nervensystems ab.
le Entwicklungsstufe dieser Gattung von Werkzeugen bestimmt vor Allem
: gegenseitige Stellung der wirbellosen Geschöpfe und der Wirbelthiere.
ie ist es, die den Fortschritt der Ausbildung von dem niedersten Fische
3 zum Menschen am nachdrücklichsten verräth, die geregelten Triebe und
: Willkührhandlungen der einzelnen Thiere bedingt und den Menschen
i die Spitze der irdischen Schöpfung stellt. Die Seelenkräfte finden ihre
ateriellen Vertreter, die mannigfachen Empfindungs- und Bewegungs-
rkzeuge ihre Einigungspunkte, und die physikalischen und chemischen
eränderungen ihre mittelbaren Leiter in denjenigen Geweben, die wir
ter dem Namen der Nervengebilde zusammenfassen.

Dreierlei Wirkungsarten, die jedoch keineswegs wechselseitig abge- 4224
)lossen sind, treten hier vor Allem in den Vordergrund. Die eine be-
ngt oder vergrößert den Grad von Selbstständigkeit, dessen das thieri-
je Wesen fähig ist. Sie ändert die Vorrichtungen, welche gewisse me-
anische oder chemische Zwecke erfüllen sollen. Sie schafft keine voll-
mmen neue Thätigkeiten, sondern verleiht denen, die auch ohne Ner-
nsystem möglich wären, einen höheren Grad von Vielseitigkeit und einen
echselvolleren Wirkungskreis. Die zweite macht die Empfindung der
ißeren Eindrücke und die selbstständige Anregung gewisser fremdartiger,
m Nervensysteme untergeordneter Gewebtheile möglich. Das Thier ge-
innt hierbei den Mittelpunkt oder, wahrscheinlich richtiger gesagt,
ne Reihe von Sammelpunkten, in denen die Eindrücke angezeigt
id die Befehle ausgefertigt werden. Die dritte umfaßt endlich die be-
ußten gegenseitigen Beziehungen einzelner Thätigkeiten, deren Wirkun-
:n nicht unmittelbar oder wenigstens nicht nothwendiger Weise mit
emdartigen Gewebtheilen in Beziehung stehen. Das reine Denken, das
m Menschen vor den Thieren auszeichnet, bildet die höchste Stufe dieses
Birkungskreises.

Die Anordnung der Nervengebilde hängt unter diesen Verhältnissen 4225
on zweierlei Bedingungsgliedern ab. Sollen die äußeren Eingriffe, die

ſich an einem Orte geltend machen, die Zuſtände fern gelegener Theile beſtimmen, ſollen die Wirkungen die verſchiedenartigſten Körpergebilde beherrſchen können, ſo muß jedes Stück, das als Erreger oder als Beſtrecker aufzutreten vermag, mit den Beſtimmungsgliedern ſelbſt verbunden werden. Das Nervenſyſtem ſendet daher ſeine Ausläufer nach allen von ihm abhängigen Werkzeugen. Jedes von ihnen kann hierdurch in der großen Hauptwerkſtätte entſprechend vertreten werden. Es entſcheidet ſich aber meiſt erſt in dieſer, ob der Eindruck einfach aufgenommen, weiter verarbeitet oder zu gleicher Zeit durch andere Wirkungen beantwortet, ob ein Befehl von ſelbſt ertheilt oder nur unter dem Einfluſſe einer äußeren Anregung ausgefertigt, ob das Wechſelſpiel auf die Nervengewebe beſchränkt oder auf fremdartige Gebilde ausgedehnt wird. Eine Reihe von Mittelpunkten oder Centralwerkzeugen, die ſich gegenſeitig beſtimmen, anregen oder beſchränken, verſieht dieſe zweite Klaſſe von Thätigkeiten. Das Nervenſyſtem aller Thiere beſteht daher aus einer Kette verſchiedenartiger Glieder, welche ihre Netze nach den mannigfachſten Körpergebilden ausſenden. Tauſende von Telegraphenlinien durchziehen die einzelnen Werkzeuge und theilen ihre Zeichen von Station zu Station mit, damit ſie ihre Endbeſtimmung erfüllen können. Der thieriſche Körper gewinnt hierdurch einen Zuſammenhang ſeiner einzelnen Gebilde, den die Pflanze nie erreichen kann.

4226 Berückſichtigt man nur die Formverhältniſſe, welche das freie Auge darbietetet, ſo zerfällt das Nervenſyſtem der Wirbelthiere in zwei Hauptabtheilungen. Die centrale umfaßt die eng verbundenen Maſſen des Gehirns und des Rückenmarkes, die peripheriſche dagegen die Zweige und die Knoten der Nerven, die wir in den übrigen Körpertheilen antreffen. So verſchieden auch dieſe beiden Gruppen auf den erſten Blick zu ſein ſcheinen, ſo lehrt doch die mikroſkopiſche Unterſuchung, daß ihnen im Weſentlichen ähnliche Gewebe größtentheils zum Grunde liegen. Die weißen Maſſen des Gehirns und des Rückenmarkes beſtehen eben ſo gut aus Nervenfaſern, als die peripheriſchen Nerven. Sie ſind nur in jenen zarter, als in dieſen — ein Unterſchied, der jedoch vorzugsweiſe von den Hüllenbildungen abzuhängen ſcheint. Die Nervenkörper kommen nicht bloß in den peripheriſchen Knoten, ſondern auch in den nicht weißen Theilen des Gehirns und des Rückenmarkes vor. Sie zeichnen ſich aber hier meiſtentheils durch ihre größere Weichheit, einen bedeutenderen Wechſel ihrer Form, ihres Umfanges und ihres Inhaltes, ſo wie durch mannigfaltigere Beziehungen zu den Nervenfaſern aus. Man kann ſie ſeltener, als die Ganglienkugeln der peripheriſchen Knoten, geſondert darſtellen. Es bleibt daher häufiger zweifelhaft, wie ſie ſich zu ihren Nachbargebilden verhalten und welche Nebengewebe in ihrer Umgebung vorkommen. Die dichte Maſſe der centralen Nerventheile ſetzt überhaupt unendliche Schwierigkeiten der Unterſuchung entgegen. Die vollkommene Entwirrung des Rückenmarkes oder des Gehirns ſelbſt eines kleinen Wirbelthieres, wie z. B. des Froſches, wird daher wahrſcheinlich nie gelingen.

4227 Wir können die mannigfachen Thätigkeiten und Beziehungen der

Nervengewebe am zweckmäßigsten verfolgen, wenn wir von dem Einzelnen zum Allgemeinen fortschreiten und das ganze Gebiet in drei Hauptabschnitte eintheilen. Der erste umfaßt die peripherischen, der zweite die centralen Nervenmassen, und das dritte die allgemeinen Beziehungen, welche die Thätigkeiten des Nervensystemes darbieten.

Peripherische Nervengebilde.

Die Nervenwirkung kann in centripetaler oder in centri- 4228
fugaler Richtung fortschreiten. Sie verbreitet sich in dem ersten Falle von einem peripherischen Theile nach einem nervösen Mittelpunkte, sie verfolgt die umgekehrte Bahn in dem zweiten. Die Empfindungen und die ferneren Folgen der Eindrücke überhaupt fußen auf centripetalen, die Einflüsse dagegen, welche die nervösen Anregungsarten auf die einzelnen Werkzeuge des Organismus ausüben, auf centrifugalen Leitungsverhältnissen.

Halten wir uns nur an die bis jetzt mit Sicherheit gekannten Thä- 4229
tigkeitsäußerungen der peripherischen Nerven, so müssen wir drei Klassen unterscheiden. Die sinnesempfindenden oder die sensuellen Nerven vermitteln die Sinneseindrücke, die schmerzensempfindenden oder die sensiblen das Tastgefühl und den Schmerz, und die anregenden oder die motorischen die Zusammenziehung der der Verkürzung fähigen Gewebtheile. Die Frage, welche andere Thätigkeitsarten einzelnen Nerven außerdem zukommen können, wird uns in der allgemeinen Nervenlehre ausführlicher beschäftigen.

Die sinnes- und die schmerzempfindenden Nerven leiten in cen- 4230
tripetaler, die bewegenden dagegen in centrifugaler Richtung. Da überdies die gleichen Nervenstämme Tast- oder Schmerzenseindrücke nach Verschiedenheit der Verhältnisse bedingen können, so ergiebt sich, daß die sensuellen und die sensiblen Nerven eine größere wechselseitige Verwandtschaft, als die Empfindungs- und die Bewegungsnerven darbieten.

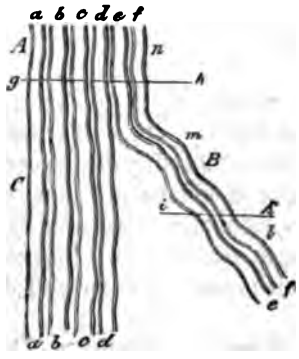
Erfahrungen, die wir später kennen lernen werden, berechtigen zu der 4231
Annahme, daß jede einzelne peripherische Primitivfaser einer bestimmten Wirkungsart vorsteht. Man unterscheidet deshalb sensuelle, sensible und motorische Fasern. Ein reiner oder ungemischter Nervenstamm enthält nur eine Art von Nervenfasern. Liegen dagegen mehrere Klassen von ihnen in einem Nerven neben einander, so rechnet man diesen zu den gemischten Nervenstämmen.

Die einzelnen Nerven theilen und verbinden sich in ihrem Verlaufe 4232
auf das Mannigfachste. Die mikroskopische Untersuchung zeigt aber, daß sich die Verhältnisse anders, als es das freie Auge darstellt, gestalten. Es kommt, wie wir später sehen werden, vor, daß die Primitivfasern der Nerven an einzelnen Stellen in untergeordnete Zweige zerfallen und daß sie an gewissen Punkten wahrhaft in einander übergehen. Allein keines dieser beiden Verhältnisse bedingt die Verzweigung und

die gegenseitige Vereinigung der Nerven, die wir mit dem freien Auge wahrnehmen.

4233 Ein jeder Nervenstamm, *A* Fig. 337, besteht aus einer Menge neben einander gelagerter Primitivfasern, *a b c d e f*. Theilt sich nun *A* in die gröberen Zweige *B* und *C*, so sondern sich hierbei die ursprünglich zusammengehäuften Fasern *a b c d e f* in die Gruppen *a b c d* und *e f*. Werden die Verhältnisse weder durch wahre Theilungen der Primitivfasern, noch durch die Einschaltung fremdartiger Gewebe gestört, so hängt die Dicke der Nervenäste von der Zahl und dem Durchmesser der Fasern, die in jedem Bruchtheile enthalten sind, ab. *C* würde dann z. B. ungefähr doppelt so stark, als *B* ausfallen.

Fig. 337.

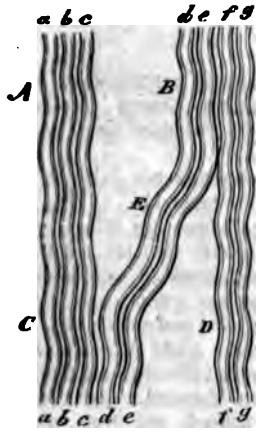


4234 Die Anregung, welche eine einzelne peripherische Primitivfaser durchströmt, theilt sich nur unter gewissen Nebenbedingungen einer benachbarten Faser mit. Ist die Verbindung mit den Mittelpunkten der Nervenwirkung aufgehoben, so können wir vorläufig eine jede peripherische Faser mit einem isolirten Leitungsdrahte, in dem sich ein elektrischer Strom fortwälzt, vergleichen. Wird die Faser an einer Stelle ihres Verlaufes durchschnitten, so ist auch die Fortpflanzung der Anregung an der Verletzungstelle unterbrochen. Setzen wir dieses voraus, so werden wir den Einfluß, den die oben geschilderte gröbere Nervenverzweigung unter den erwähnten Bedingungen ausüben muß, mit Leichtigkeit ermessen.

Gesetzt *A* sei ein empfindender oder ein bewegender Nerv, der sich in *B* und *C* in seinem ferneren Verlaufe gespalten hat, so wird das Ganze gelähmt, so wie man *A* in der Höhe *g h* z. B., der Quere nach durchschneidet. Trennen wir dagegen nur *i k*, so leiden hierunter *e* und *f*, nicht aber *a, b, c* und *d*. Die Verletzung eines Hauptstammes beherrscht daher die Verhältnisse aller Primitivfasern, die an dem Angriffsorte zusammengehäuft sind, ganz gleichgültig, ob sie später in Seitenzweige eintreten oder nicht. Die Lähmung eines untergeordneten Astes dagegen wirkt nur theilweise auf die Thätigkeit des Hauptstammes zurück. Die Zahl der unmittelbar verletzten Primitivfasern bestimmt die Quantität der Störung, die dem Eingriffe nachfolgt.

4235 Lassen wir die wahren gegenseitigen Verbindungen einzelner Primitivfasern bei Seite, so beruhen die meisten Anastomosen der Nerven auf ähnlichen Verhältnissen, wie die eben erläuterten gröberen Verzweigungen. Zweierlei Arten von Uebergängen können hierbei hervortreten. Gesetzt *A* und *B* Fig. 338. (s. folgende Seite) seien zwei durch

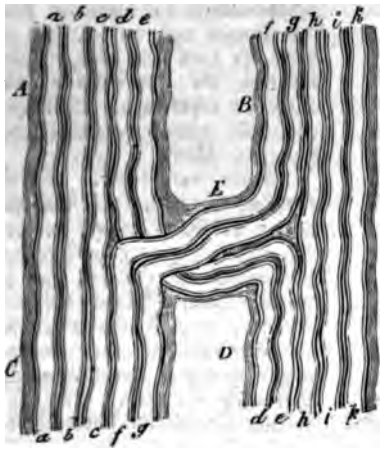
Fig. 338.



eine einfache Anaſtomoſe *E* vereinigte Nervenſtämme, ſo führt *E* eine gewiſſe Menge von Faſern, z. B. *d* und *e*, die urſprünglich in *B* enthalten waren, dem Nerven *A* zu. Während *A* im Anfange nur die Faſern *a b c* einſchloß, enthält deſſen Fortſetzung *C* die Nervenröhren *a b c d e*. *B* dagegen, das vorher *d e f g* umfaßte, beſitzt nur noch *f* und *g*, nachdem es ſich in *D* verwandelt hat. Die Lähmung von *A* wird unter dieſen Verhältniſſen *C* theilweiſe und *D* gar nicht berühren, die von *B* hingegen eine Abtheilung von *C* und den geſammten Zweig *D* beeinträchtigen.

Fig. 339 kann die Erſcheinungen, welche die wechſelſeitigen Anaſtomoſen darbieten, anſchaulich machen. *A* beſteht urſprünglich aus *a b c d e* und *B* aus *f g h i k*. Die gegenſeitige Anaſtomoſe *E* führt *f* und *g* von *B* nach *A* und *d* und *e* von *A* nach *B*, Die Unthätigkeit von *A* wird ſich daher in *C* auf *a b c* und in *D* auf *d e*, die von *B* dagegen in *C* auf *f* und *g* und in *D* auf *h*, *i* und *k* übertragen. Eine Verletzung, die jeden einzelnen der vier Stämme *A*, *B*, *C*, *D* durchgreifend ſtört, muß je zwei derſelben theilweiſe beeinträchtigen.

Fig. 339.



Die Nervengeflechte, die keine Ganglienkugeln führen, gehen aus zahlreichen einfachen oder wechſelſeitigen Anaſtomoſen hervor. Es wiederholen ſich daher in ihnen die eben erläuterten Verhältniſſe in verwickelterer Weiſe. Die Nervenfaſern vermiſchen ſich hierbei auf das Mannigfaltigſte. Die Zweige, welche aus ſolchen Geflechten austreten, enthalten nicht ſelten Primitivfaſern der verſchiedenartigſten Urſprungsquellen.

Da die einzelnen Primitivfaſern nur unter ſtarken Vergrößerungen erkannt werden können, ſo reichen die Unterſuchungen, die man mit dem freien Auge oder mit Hülfe einer Loupe anſtellt, nicht hin, den Faſerverlauf innerhalb der Stämme, der Zweige und der Geflechte zu verfolgen. Stärkere Vergrößerungen ſind aber eben ſo wenig im Stande, dieſe Aufgabe zu löſen, weil man hier nur kürzere Strecken überſchauen und die einzelnen Faſern in keinem irgend dickeren Stamme in größeren Gebieten verfolgen kann. Die phyſiologiſchen Verſuche führen eher zum Ziele. Man zerſtört die einzelnen Wurzelfäden und ermittelt dann, wo möglich, welche Theile gelähmt werden und welche unberührt bleiben. Die wahren Ver- 4236

zweigungen der Primitivfasern und die Mittheilungserscheinungen bereiten jedoch auch hier oft Schwierigkeiten, auf die wir in der allgemeinen Nervenlehre zurückkommen werden.

Das Lendenzeichen des Frosches kann die gröberen Verhältnisse der Anastomosen klar machen. Man zerstört das Rückenmark des vorher enthaupteten Thieres, entfernt die Unterleibseingeweide und entblößt die hintere Körperhälfte des Frosches, damit man die Zuckungen der einzelnen Muskeln desto deutlicher wahrnehme.

Der siebente bis zehnte Rückenmarksnerv versorgen das Hinterbein des Frosches. Man nennt den Stamm des siebenten Nerven den Leistnerven (N. inguinalis) (a Fig. 340), den des achten den Schenkelnerven (N. cruralis) (b), den des neunten den Hüftnerven (N. ischiadicus)(c), und den des zehnten den Schaamnerven (N. pudendus) (d). Der Leistennerv wirkt in vielen Fröschen nur auf die Muskeln des Oberschenkels, der Schenkel- und der Hüftnerv dagegen auf diese und die Muskelmasse des Unterschenkels und des Fußes. Die Reizung des Schaamnerven hat bisweilen keine Bewegungen nach van Deen zur Folge. Er kann aber auch einzelne Muskeln des Oberschenkels nach Eckhard beherrschen. Es kommt selbst vor, daß er die Hinterzehen bewegt (§. 4414).

Fig. 340.

Sorgt man dafür, daß der elektrische Strom auf die einzelnen Nerven beschränkt bleibt, so kann man sich auch mittelst des Magnetelektromotors überzeugen, daß die einzelnen stärkeren Stämme des Hüftgeflechtes, deren Fasern später auf das Mannigfachste an einander gelegt werden, verschiedenartige Wirkungen bedingen. Eine ausführliche tabellarische Uebersicht der Muskeln, welche die Ansprache der verschiedenen Nervenstämme beantworten und der Wechselfälle, die hierbei auftreten, lieferte C. Eckhard in Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift. Bd. VII. Heidelberg, 1849. 8. S. 304. 305.

Hat man den Leistennerven eines lebenden Frosches durchschnitten, so zieht bisweilen das Thier den Oberschenkel nur mit Mühe an den Hinterleib. Diese Störung verräth sich jedoch in sehr verschiedenem Grade in den einzelnen Geschöpfen. Sie kann sogar manches Mal ganz hinwegfallen. Trennt man den Schenkelnerven, so leiden vor Allem die Bewegungen des Ober- und des Unterschenkels. Der Fuß nebst den Zehen werden aber noch willkührlich gestreckt. Es ereignet sich dabei, daß die gleiche Art von Bewegungen für das Hüft- und das Kniegelenk erhalten bleibt. Schneidet man aber noch den Hüftnerven durch, so wird das Hinterbein vollständiger gelähmt. Eine Verletzung des Schaamnerven führt oft zu deutlichen Schmerzenszeichen. Hat man auch alle Theile des Hüftgeflechtes von dem Rückenmarke losgetrennt, so klopfen noch die hinteren Lymphherzen wochenlang fort.

Könnte sich die Anregung einer Faser einer benachbarten unter allen Verhältnissen mittheilen, so müßte die Trennung eines Theiles des Hüftgeflechtes die Bewegungen der Hinterbeine nicht beeinträchtigen. Wir haben aber gesehen, daß die Erfahrung zu ande

ren Ergebnissen führt. Beobachtungen, die man an den Wurzeln der Rückenmarksnerven, den Verzweigungen der Stirn-, der Unteraugenhöhlennerven, der Lippen-, der Ohrnerven, der Antlitznerven, des Achsel- und des Hüftgeflechtes der Säugethiere gemacht hat und die wir noch größtentheils in der Folge kennen lernen werden, führen zu dem gleichen Schlusse.

Wir werden in der allgemeinen Nervenlehre finden, daß die Versuche, welche man über die Reizung einzelner Wurzeltheile anstellt, nicht immer zu den eben erwähnten Folgerungen berechtigen. Wollen wir aber Verwirrungen und Unbestimmtheiten vermeiden, so müssen wir bei der Darstellung der Thätigkeiten der einzelnen Wurzeln, Stämme und Aeste der peripherischen Nerven vorläufig einfach angeben, welche Theile die Anregung von diesen zu beantworten pflegen. Die Bestimmung dagegen, ob die Wechselwirkung durch den Verlauf und die Endigung ihrer Nervenfasern oder durch andere Nebenverhältnisse bedingt wird, muß der allgemeinen Betrachtung der Nerventhätigkeiten vorbehalten bleiben.

Ausführliche Versuche über die eben erwähnten Eigenschaften der Geflechte finden sich in: J. van Deen: De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae. Lugd. Batav. 1834. 8. p. 26 fgg. H. Kronenberg: Plexuum nervorum structura et virtutes, disquisitionibus anatomicis, microscopicis et experimentis comprobatae. Berolini. 1836. 8. p. 100—140.

Vertheilung der empfindenden und der bewegenden Nervenfasern. — Es ist, wie wir in der Folge sehen werden, noch nicht gelungen, sichere anatomische Unterscheidungszeichen zwischen den empfindenden und den bewegenden Nervenfasern aufzufinden. Physiologische Versuche und passende Krankheitsfälle können daher die hier in Betracht kommenden Fragen allein entscheiden. Wir stoßen aber hierbei auf Schwierigkeiten, die sich auf den ersten Blick nicht erwarten ließen. 4237

Stellt man die Beobachtungen in lebenden Thieren an, so vermag man nur in selteneren Fällen anzugeben, welche Art von Sinneseindruck nach einer entsprechenden Verletzung wahrgenommen wird. Der Schmerz, die unwillkührlichen Bewegungen und die Gegenwehr belehren uns, daß ein sensibler Nervenstamm getroffen worden. Erreicht aber die Wirkung keine bedeutende Höhe, so verhalten sich die meisten Thiere solchen Eingriffen gegenüber in höchstem Grade launenhaft. Man macht häufig die Erfahrung, daß einzelne Geschöpfe den Hautschnitt lebhafter, als die Verletzung eines nicht unbedeutenden empfindenden Nervenstammes zu spüren scheinen. Manches Thier bleibt während eines großen Theiles der Operation vollkommen ruhig, während es zu andern Zeiten schwächere Verletzungen mit Stöhnen beantwortet. Hat es viel Blut verloren, ist der Nervenstamm durch reichliche Knotenmassen hindurchgetreten, so fehlen oft alle Merkmahle der Empfindlichkeit. Gehen mehrere sensible Stämme aus einem Knoten hervor, so kann es sich ereignen, daß der schwächere lebhaftere Schmerzen, als der stärkere hervorruft. Man findet z. B., daß ein und dasselbe Säugethier, bei der Trennung des oberen Kehlkopfzweiges laut stöhnt und bei der des Hauptstammes der herumschweifenden Nerven ruhig bleibt. 4238

Es ist übrigens möglich, daß das heftige Schreien kein sicheres Merkmahl eines vollkommen bewußten Schmerzes in Einzelfällen bildet, sondern daß es aus der eigenthümlichen Verkettung der Centralwerkzeuge als Nebenwirkung hervorgeht. Die Betrachtung des verlängerten Markes wird uns später zu dieser Erscheinung zurückführen. 4239

4240 Die Hautlähmungen des Menſchen machen es möglich, daß man die unempfindlichen von den empfindlichen Oberflächen unterſcheidet. Man kann häufig die Begrenzungen mittelſt einer Nadel mit ziemlicher Genauigkeit abſtechen. Die günſtigſten Fälle der Art pflegen aber nur Sätze, welche die phyſiologiſchen Verſuche ſchon ermittelt haben, zu beſtätigen. Viele pathologiſche Erfahrungen können ſelbſt dieſer Forderung, wie wir bald finden werden, nicht genügen, weil ſich die meiſten Leiden über zu große Nervenbezirke ausdehnen und zu verwickelte Erſcheinungen nach ſich ziehen.

4241 Hängt die Thätigkeit eines Muskels oder eines zuſammengeſetzten Bewegungswerkzeuges von einem einfachen Nervenſtamm ab, ſo pflegen ſich keine erheblichen Schwierigkeiten der Unterſuchung entgegen zu ſtellen. Iſt es möglich, den Nerven in einem lebenden Thiere zu durchſchneiden, ſo erhält man eine vollſtändige Lähmung jenes von ihm abhängigen Theiles. Muß man ſich dagegen auf die Beobachtung an friſch getödteten Geſchöpfen beſchränken, ſo findet man wenigſtens durch vergleichende Erfahrungen, daß kein anderer, als der gegebene Nervenſtamm jene Gebilde zur Verkürzung anregt, ſo wie die durch Centralwerkzeuge mögliche Uebertragung ausgeſchloſſen worden.

4242 Vertheilen ſich die Bewegungsfaſern eines Organes auf eine Reihe von Wurzelſtämmen, ſo fallen oft die Antworten unbeſtimmter aus. Die Geſammtquelle, von der die Bewegungsnerven abhängen, kann zwar auch hier in der Regel angegeben werden. Es iſt jedoch unmöglich, die Rolle, welche die einzelnen Wurzelmaſſen übernehmen, mit Sicherheit auszumitteln. Ein und derſelbe Muskel gehorcht bisweilen gleichzeitig verſchiedenen Urſprungsnerven. Der Wadenmuskel des Froſches hängt z. B. eben ſo gut von dem Schenkel- als von dem Hüftnerven des Lendengeflechtes ab. Beſteht das Bewegungswerkzeug aus einer Reihe von Muskeln, ſo wird es nicht ſelten unmöglich, jedem von ihnen eine einzelne Nervenquelle entſchieden anzuweiſen, weil die in dem lebenden Thiere vorgenommene Trennung der untergeordneten Stämme nur unvollkommene und daher ſchwer zu beurtheilende Lähmungserſcheinungen nach ſich zieht. Die Verſuche, die man an friſch getödteten Thieren anſtellt, können zwar eher zum Ziele führen. Es ereignet ſich aber bisweilen, vorzüglich in kleineren Geſchöpfen, daß man die Verkürzung der einzelnen Muskeln in ihrem natürlichen Zuſammenhange nicht genau beurtheilen kann und daß die Ergebniſſe in verſchiedenen Thieren derſelben Art weſentlich abweichen.

4243 Erinnern wir uns der Unterſchiede, welche die Verkürzungserſcheinungen der einfachen und der quergeſtreiften Faſern darbieten (§. 2362 fgg.), ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß dieſe weit leichter als jene zu entſcheidenden Ergebniſſen führen müſſen. Die größeren einfachen Muskelmaſſen des Nahrungscanales, der Harnblaſe und der inneren Geſchlechtswerkzeuge liefern wiederum günſtigere Bedingungen, als die Regenbogenhaut, die Drüſengänge und die Gefäßröhren. Wir werden daher dieſe drei Gruppen, ſo ſehr es irgend möglich iſt, in der Darſtellung der Empfindungs- und der Bewegungsverhältniſſe zu trennen ſuchen, und erſt

in den allgemeinen Betrachtungen auf das Band, das alle dieſe Einflüſſe verknüpft, ausführlicher zurückkommen.

Wurzeln der Rückenmarksnerven. — Ein jeder Rückenmarks- 4214
nerv geht aus zwei verſchiedenen Wurzelbündeln hervor. Das hintere entſpringt aus der hinteren Seitenfurche des Rückenmarkes und ſchwillt früher oder ſpäter zu einem Knoten an. Das vordere tritt zu der vorderen Seitenfurche heraus und entbehrt der Ganglienbildung, welche die hintere Wurzel auszeichnet. Einzelne Anatomen glauben, daß die hintere Wurzel in dem erſten Halsnerven des Menſchen hinwegfällt. Sie iſt aber in der Regel auch hier vorhanden. Sie entſpringt nur verhältnißmäßig weiter nach vorn und ſteht der vorderen an Umfang nach. Der fünfte Kreuzbeinnerv, und die Schwanzbeinnerven haben zwar einfache Urſprungsſtränge. Es frägt ſich aber, ob nicht hier die beiderlei Wurzelbündel eng an einander liegen und nur das äußere Anſehen eine Scheinausnahme herbeiführt.

Dieſer doppelte Urſprung der Rückenmarksnerven kehrt in den meiſten Wirbelthieren wieder. Er findet ſich in den Hausſäugethieren, den Vögeln und den Fröſchen, die man zu phyſiologiſchen Verſuchen zu benutzen pflegt.

Eriſiſtratus und **Galen** bemühten ſich ſchon, die Fähigkeiten 4245
der Empfindung und der Bewegung verſchiedenen Theilen des Nervenſyſtems zuzuſchreiben. Jene ſollte von dem Gehirn und dieſe von dem Rückenmarke abhängen. **A. Walker** berückſichtigte hierbei zuerſt die beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven. Er leitete jedoch die Empfindung von den vorderen und die Bewegung von den hinteren Urſprungsſträngen her. **C. Bell** lehrte bald darauf, daß das umgekehrte Verhältniß ſtattfindet, daß die hinteren Wurzeln der Säugethiere nur ſenſible, die vorderen bloß musculomotoriſche Faſern enthalten. Hatte er die hinteren Wurzeln der Fußnerven eines Kaninchens durchſchnitten, ſo verlor das Thier deſſen ungeachtet nicht die Fähigkeit fortzukriechen[1]). Reizte er die beiden Wurzelgebilde in friſch getödteten Säugethieren, ſo rief nur der Anſpruch der vorderen Zuckungen hervor.

Die zahlreichen Verſuche, die in dieſer Hinſicht von den verſchieden- 4246
ſten Forſchern an den mannigfachſten Geſchöpfen aller vier Wirbelthierklaſſen angeſtellt wurden[2]), zeugen im Allgemeinen für die Richtigkeit des Bell'ſchen Lehrſatzes. Die Fröſche können die Wahrheit deſſelben am leichteſten nachweiſen. Man vermag auch hier, nach **Stannius**, am eheſten zu erhärten, daß das Geſetz an allen doppelten Nervenwurzeln ohne Unterſchied wiederkehrt.

---

[1]) **Karl Bell's** phyſiologiſche und pathologiſche Unterſuchungen des Nervenſyſtems. Aus dem Engliſchen überſetzt von **M. R. Romberg**. Berlin, 1832. 8. S. 25.

[2]) Verzeichniſſe der hierher gehörenden Litteratur finden ſich z. B. bei: **Van Deen**, a. a. O. p. 16 — 19. De functionibus nervorum p. 7. **F. A. Longet**, Recherches expérimentales et pathologiques sur les propriétés et les fonctions des faisceaux de la moelle épinière. Paris, 1841. 8. p. 175.

Burdach und Baer [1]) haben zuerst die Frösche zur Ermittelung der Thätigkeit der hinteren und der vorderen Nervenwurzeln benutzt. Sie gelangten jedoch hierdurch zu keinem befriedigenden Ergebnisse. Joh. Müller [2]) und Panizza [3]) waren in dieser Beziehung glücklicher. Die allgemeinere Anerkennung des Bell'schen Lehrsatzes rührt auch vor Allem von ihren Untersuchungen her.

Man befestigt zu diesem Zwecke die vier Beine des Frosches auf einem Brette, in dem vier Nägel eingeschlagen sind, spaltet die Mitte der Rückenhaut der Länge nach und entfernt die Muskelmassen, die sich an die Hinterfläche der Wirbelsäule zu beiden Seiten ansetzen. Kaltes Wasser pflegt die hierbei entstandene Blutung binnen Kurzem zu stillen. Ist dieses geschehen, so geht man mit einer kleinen, auf der Fläche gebogenen und starken Scheere zwischen zwei Wirbeln ein, dringt mit flach gelegter Klinge möglichst nahe an dem Knochen vor und entfernt die hinteren Bogenstücke, so daß man das in seiner Kalkumhüllung befindliche Rückenmark bloßlegt. Dieser Eingriff erheischt die größte Vorsicht, weil jede zufällige Verletzung der Nervenmasse die späteren Versuche vereiteln kann.

Obgleich eine gewöhnliche Scheere, wie sie oben beschrieben worden, bei gehöriger Uebung in allen Fällen zum Ziele führt, so hat man sich doch mit Recht bemüht, die Eröffnung des Schädels und der Wirbelsäule des Frosches durch den Gebrauch eigener Werkzeuge zu erleichtern. Fig. 341 u. 342 stellt zwei von Stilling [4]) empfohlene passende Vorrichtungen in ½ der natürlichen Größe, so wie ich sie zu gebrauchen pflege, dar.

Fig. 341.

Fig. 342.

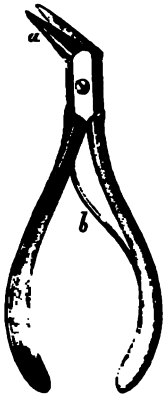


Fig. 341 gleicht einer Nagelzange, ist nur vorn bei a spitz ausläuft. Hat man den Zwischenraum zwischen zwei Wirbeln geöffnet, so schiebt man die Spitze vor und schneidet dann die Wirbelbogen an beiden Seiten nach einander durch. Fig. 342 eignet sich vorzugsweise, die Schädeldecken von oben her oder die Wirbelbogen von vorn abzutragen. Die Federn b können nach außen zurückgelegt werden, damit die Zangen, wenn man sie nicht braucht, vollständig geschlossen bleiben und daher sicherer aufbewahrt zu werden vermögen.

Die Ablösung der Wirbelbogen hat vorzüglich die Verletzung der oberen Längsblutader der Rückenmarkshöhle oft eine starke Blutung nach sich. Ist man nicht im Stande, sie mit Wasser binnen Kurzem zu stillen, so dreht man die Durchschnittenden des erwähnten Gefäßes mit einer kleinen Pincette mehrere Male im Kreise herum. Man entfernt hierauf die Bögen des Rückenmarkes, so weit sie die Uebersicht stören, und bindet endlich den Frosch um und zu überzeugen, daß die bisherigen Eingriffe seinen Bewegungen nicht schaden haben. Ist Alles gut gelungen, so springt das Thier lebhaft weiter und bewegt seine Beine gleich einem gesunden Geschöpfe.

Hat man es von Neuem angebunden, so durchschneidet man rechts die leicht zu findenden hinteren Wurzelfaden, die z. B. dem Hinterfuße entsprechen, mit einer Staar-

[1]) C. F. Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirns. Bd. I. Leipzig. 181 Seite 263.

[2]) Joh. Müller in Froriep's Notizen Nr. 646. Weimar, 1831. 4. S. 113 fg.

[3]) B. Panizza, Ueber die Verrichtungen der Nerven. Uebersetzt von Schmann. Erlangen, 1834. 8. S. 46.

[4]) B. Stilling, Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarkes und der Nerven. Leipzig, 1842. 8. S. 4.

links dagegen die vorderen, während die hinteren unversehrt bleiben. Man schiebt zu diesem letzteren Zwecke das Rückenmark leise zur Seite, reinigt sich das Gesichtsfeld so sehr als möglich und geht dann mit einer senkrecht eingeführten Staarnadel an dem Boden der Wirbelsäule dahin.

Läßt man hierauf den Frosch frei, so bewegt er sein rechtes Hinterbein nach seinem Willensbefehle. Er gebraucht es bei dem Kriechen, dem Springen oder dem Schwimmen. Die Gründe, weshalb bisweilen einzelne Unregelmäßigkeiten in jenen zusammengesetzteren Thätigkeiten vorkommen, werden uns in der Folge beschäftigen. Das linke Hinterbein dagegen ist motorisch gänzlich gelähmt. Es wird wie todt nachgeschleppt, und das Thier kann es bei der größten Anstrengung nicht beherrschen. Wir sehen hieraus, daß die Bewegungen von den vorderen und nicht von den hinteren Nervenwurzeln abhängen.

Prüfen wir die Hautempfindlichkeit, so stoßen wir auf die entgegengesetzten Erscheinungen. Wir können das rechte Bein kitzeln, stechen, anschneiden, mit Essigsäure oder mit Kalilösung betupfen und selbst den Fuß am Lichte zu Kohle verbrennen, ohne daß Widerstandsregungen des Thieres die Spur eines Schmerzes verrathen. Wiederholen wir dann den gleichen Versuch an dem linken Hinterbeine, so geben die Bewegungen des Frosches die vorhandene Empfindung deutlich kund. Sein Wille beherrscht aber immer noch den Stumpf des verkohlten rechten Hinterbeines.

Reizt man die durchschnittenen Wurzelstränge, so erhält man entsprechende Ergebnisse. Drückt man den peripherischen Abschnitt einer durchschnittenen hinteren Wurzel zusammen, so stößt man weder auf Schmerzenszeichen, noch auf Verkürzungserscheinungen. Wiederholt man das Gleiche an dem Theile, der mit dem Rückenmarke zusammenhängt, so krümmt sich das Thier, sucht zu entfliehen und stößt, wenn es kann, Schmerzenslaute aus. Prüft man ein vorderes Wurzelbündel in ähnlicher Weise, so bedingt der Anspruch des centralen Abschnitts keinen sichtlichen Erfolg, während der peripherische Bewegung veranlaßt. Will man elektrische Ströme als Reizmittel gebrauchen, so muß man sie so schwach nehmen, daß sie nicht zu entfernten Theilen des Präparates durch die Flüssigkeiten desselben vordringen. Bedient man sich chemischer Auflösungen, so ist eine ähnliche Vorsicht geboten. Man legt das Nervenstück in beiden Fällen auf ein trockenes Glasplättchen, um es, so sehr es angeht, zu sondern.

Man kann auch den Versuch machen, die Eingeweide zu entfernen, die Wirbelkörper hinwegzubrechen und die vorderen Wurzeln von vorn her bloßzulegen. Da aber dieses grausamere Verfahren häufig mißlingt, so wird man es im Ganzen seltener anwenden.

Frisch getödtete Thiere können den Bell'schen Lehrsatz nur theilweise erhärten, weil die bewegenden Wurzeln positive, die empfindenden dagegen negative Ergebnisse liefern. Soll der Versuch scharf ausfallen, so muß man vorher die sensiblen Wurzeln vollständig durchschnitten haben und nur die peripherischen Bruchstücke derselben der Prüfung unterwerfen. Die centralen können, wie wir später sehen werden, eigenthümliche Bewegungen, die nicht hierher gehören, auf dem Wege der Uebertragung möglich machen. Will man sich vor ihnen bewahren, so kann man auch den entsprechenden Theil des Rückenmarkes gänzlich entfernen.

Die Beobachtungen, die man an frisch getödteten Geschöpfen anstellt, gelingen nicht bloß an Knorpelfischen, an enthaupteten Fröschen und an anderen niederen Wirbelthieren, sondern auch an Vögeln und an Säugethieren. Da die Reizbarkeit in erwachsenen höheren Geschöpfen rasch verloren geht, so wählt man am zweckmäßigsten junge Thiere, deren Wirbelbogen überdieß schnell entfernt werden können.

Wiederholt man die Versuche an lebenden Säugethieren, so stört die starke Blutung in hohem Grade; das gequälte Geschöpf verliert an Empfindlichkeit. Die geronnenen Blutmassen hindern leicht die Uebersicht. Das unwillkührliche Zittern, das nicht selten die Bloßlegung des Rückenmarkes begleitet, läßt sich hier wie in niederen Thieren von den stärkeren und berechneteren Zuckungen, die der Anspruch der bewegenden Nervenstämme veranlaßt, leicht unterscheiden.

Obgleich sich der Bell'sche Lehrsatz in den Versuchen, die einzelne Forscher an lebenden Säugethieren anstellten, vollkommen bestätigte, so haben doch Andere eigenthümliche Abweichungen in dieser Beziehung angegeben. Longet glaubte zuerst gefunden zu haben, daß die vorderen Wurzeln der Nerven der Hinterbeine des Hundes nicht voll-

kommen unempfindlich sind. Er überzeugte sich aber später, daß hier eine Täuschung zum Grunde gelegen hatte. Magendie hielt die Thatsache für richtig und beschrieb noch in neuester Zeit ein eigenthümliches Verhältniß, das er mit dem Namen der rücklaufenden Empfindlichkeit bezeichnet. Legt man nämlich die beiden Wurzeln an dem Rücken- bis Lendentheile eines Hundes bloß, so erregt bisweilen die Reizung einer vorderen Schmerzen, so lange auch die hintere unverletzt ist. Schneidet man diese durch, so scheint nur das peripherische, nicht aber das centrale Stück Empfindungen anzuregen. Die Trennung der entsprechenden hinteren Wurzel hebt die Schmerzhaftigkeit der vorderen auf. Bernard [1]) giebt an, daß eine gute Nahrung und vorzüglich die Zeit der Verdauung, sowie die Ruhe, die man dem Thiere gönnt, das Auftreten jener rücklaufenden Empfindlichkeit begünstigen, daß sie dagegen durch den Mangel von Speisen und durch einen großen Blutverlust zurückgedrängt wird. Hat man das Thier durch Aethereinathmungen betäubt, so schwindet sie erst dann, wenn die hinteren Wurzeln keinen Schmerz mehr veranlassen. Kehrt in der Folge die Empfindlichkeit von Neuem zurück, so zeigt sie sich in den vordern Wurzeln nie früher, als in den hinteren.

Man sieht leicht, daß diese Thatsachen, wenn sie auch vollkommen sicher wären, den Bell'schen Lehrsatz nicht umstoßen, weil die Empfindlichkeit der vorderen Wurzeln nur von der der hinteren abhängt. Es liegt daher unter diesen Verhältnissen die schon von Pappenheim unterstützte Vermuthung nahe, daß die ganze Erscheinung von sensiblen Fasern abhängt, die von der hintern Wurzel zur vordern sich begeben und sich vermuthlich in den Zwischengeweben der Bündel verbreiten. Longet [2]) stellt jedoch abermals entschieden in Abrede, daß sich die vorderen Wurzelstränge überhaupt empfindlich zeigen. Es fragt sich auch, ob nicht jede zu starke mechanische Zerrung auf die hinteren Wurzeln, die sich mit den vordern bald vermischen, zurückwirkt.

So sehr die physiologischen Versuche die Richtigkeit des Bell'schen Lehrsatzes für alle vier Wirbelthierklassen und selbst für einzelne wirbellose Geschöpfe [3]), wie z. B. die Krebse, nachgewiesen haben, so wenig vermochten die bis jetzt veröffentlichten Krankheitsbeobachtungen, die an dem Menschen angestellt worden, das Gleiche zu leisten. Es kommt vor, daß nur die Empfindung oder nur die Bewegung eines Gliedes gelähmt ist. Allein die Ergebnisse der Leichenöffnung [4]) liefern dann in der Regel keine Erscheinungen, die zu Gunsten des Bell'schen Lehrsatzes gedeutet werden könnten. Zweierlei Gründe erklären diesen Uebelstand. War auch die Entartung im Anfange auf eine Reihe von Wurzelgebilden beschränkt, so verbreitet sie sich doch häufig allgemeiner, ehe der Mensch dem Tode unterliegt. Die Merkmale, welche man bei den gewöhnlichen Leichenöffnungen aufzusuchen pflegt, eignen sich auch in vielen Fällen nicht, um sichere Aufschlüsse über die Thätigkeitsstörungen einzelner Nervenbündel zu liefern. Die Angabe, daß eine Nervenmasse zu weich oder zu hart war, läßt noch manche Zweifel offen. Die Ablagerung von Kalkplättchen oder von andern fremdartigen Körpern kann nach Verschiedenheit der Verhältnisse lähmen oder nicht. Fernere Mittel, um die Unfähigkeit einzelner Bündelgruppen zu ermitteln, sind meistentheils nicht angewandt worden. Die hierzu nöthigen Vorschriften fehlen sogar noch größtentheils. Man kann daher nicht einen Satz, der in allen vier Wirbelthierklassen wiederkehrt, für den Menschen nur deshalb bestreiten, weil ihn hier die in jeder Hinsicht unvollständigen Ergebnisse der Leichenöffnungen noch nicht bewiesen haben.

4247 Da die Empfindlichkeit und die willkührliche Anregung der Verkürzung nicht in den Nervenwurzeln, sondern in anderen Bestandtheilen des Nervensystem liegen, so kann man die verschiedenen Thätigkeiten der vorderen und der hinteren Wurzelbündel der Rückenmarksnerven als die Folge einer symmetrischen Vertheilung der das Rückenmark verlassenden Nervenfasern

[1]) Bernard, in den Comptes rendus de l'académie des Sciences. Tome XXV. Paris, 1847. 4. p. 104.
[2]) Longet, Ebendaselbst. p. 25.
[3]) F. A. Longet, Recherches sur les fonctions de la moelle épinière Paris, 1841 8. pag. 127.
[4]) Longet, Ebendaselbst. p. 94—120.

ſehen. Die Natur führt jede der beiden Arten von Vermittlungswerk-
igen an verſchiedenen Stellen aus. Dieſe Sonderung erhält ſich aber
r in dem kurzen Zwiſchenraume, der ſich zwiſchen dem Rückenmarke und
n Hauptſtamme eines jeden Rückenmarksnerven hinzieht.

Stämme und Aeſte der Rückenmarksnerven. — Es verſteht 4248
von ſelbſt, daß der Hauptſtamm, der aus der Vereinignng der beiden
ckenmarkswurzeln hervorgeht, zu den gemiſchten Nerven gehören muß.
e Verbindung verſchiedenartiger Faſern erhält ſich auch in dem vorde-
n und dem hinteren Aſte, in dem ſich der Hauptſtamm binnen Kurzem
ltet. Sie kehrt in den meiſten untergeordneten Zweigen, die noch ſpä-
zum Vorſchein kommen, wieder. Es ereignet ſich daher ſehr häufig,
ß jene gemiſchte Natur noch in den feineren Nervenbündeln vorhanden

Obgleich die Muskelmaſſen ſelbſt keine Empfindungsfaſern noth-
ndigerweiſe aufzunehmen brauchen, ſo laſſen ſie ſie doch nicht ſelten
rch ihre Maſſe durchtreten, damit ſie zu benachbarten Gebilden gelan-
n können. Man hat häufig angenommen, daß die taſtenden Häute keine
wegenden Nerven einſchließen. Bedenken wir aber, daß ſie auch Verkür-
ngsgewebe, auf die das Nervenſyſtem einzuwirken vermag, zu enthalten
egen, ſo dürfen wir eher vermuthen, daß ſich auch hier bewegende
ſern zu den empfindenden hinzugeſellen.

Wir haben S. 4236 geſehen, daß nur die Unterſuchung der Lebenserſchei- 4249
ngen über die Endverbreitung eines Nerven zu entſcheiden im Stande iſt.
s war bis jetzt nicht möglich, die Rückenmarksnerven des menſchlichen Kör-
rs auf dieſem Wege zu verfolgen. Die einzelnen Lähmungen die ſich
Kranken vorfanden, lieferten meiſtentheils unbeſtimmtere Ergebniſſe.
ur größere Verbreitungsbezirke wurden auf dieſe Weiſe im günſtigſten
lle erkannt. Die Eingriffe der Wundärzte haben ebenfalls nicht weiter
führt. Beobachtungen an eben geſtorbenen Menſchen mangeln noch
nzlich. Will man daher nicht auf jede Erkenntniß verzichten, ſo kann
n nur an der Hand des Anatomen fortſchreiten. Man darf mit Recht
nehmen, daß ein Nervenſtamm, deſſen Zweige in eine Hautſtelle oder
ie Muskelmaſſe eindringen, die Empfindung oder die Bewegung jener
ebilde wenigſtens theilweiſe beherrſcht. Die folgende Ueberſichtstabelle
unter dieſer Vorausſetzung entworfen worden. Sie kann einen un-
fähren Majoritätsmaaßſtab für die Beurtheilung der einzelnen Läh-
ngserſcheinungen liefern.

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindende Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Körpertheile.	Vorzüg Anatom
I.	Erster Halsnerv.				Wirbelschlagader.	(Beim
		Vorderer Ast.	Oberster Theil des Halses.	Rectus capitis lateralis. Recti capitis antici major und minor.	(Wirbelschlagader u.) Hinterhauptsgelenk.	Zungen nerv. ster H ten de pathisd ven. F schwei Nerv. ter Hal
		Hinterer Ast.	desgl.	Recti capitis postici major u. minor. Obliqui capitis superior u. inferior. Rectus capitis lateralis. Complexus.		Zwei Halsn
						(Dritt Halsn
II.	Zweiter Halsnerv.	Vorderer Ast.	desgl.	Rectus capitis anticus major. Intertransversarius. Oberster Theil des Levator scapulae. Sternocleidomastoideus.	(Wirbelschlagader.)	Erster dritter F nerv. S thischer Herumf fender Zungenf nerv. Be
		Hinterer Ast.	desgl.	Obliquus capitis inferior. Trachelo mastoideus. Complexus. Semispinalis cervicis. (Multifidus spinae.) Splenius capitis.)		Erster dritter F nerv
		Großer Hinterhauptsnerv. (Occipitalis magnus.)	desgl. Haut des Hinterhauptes.	Biventer cervicis. Cucullaris. Occipitalis	(Hinterhauptschlagader.)	Dritter (erster) F nerv. (H Ohr- u. S fennerv
		Kleiner Hinterhauptsnerv. (Occipitalis minor.)	Grenze v. Nacken u. Hinterhaupt. Haut hinter, über und an dem Ohre.	Sternocleidomastoideus. Adtollens auris.		(Dritter erster H nerv.) A nerv. (G Hinterha nerv.) Hi Ohr u. S fennerv
III.	Dritter Halsnerv.					(Zweit. u. ter Halsn

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindende Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Körpertheile.	Vorzüglichste Anastomosen.
		Vorderer Ast.	Haut an und unter d. Ohre, an dem Unterkiefer (dem Kinn), dem obersten, mittleren und untersten Theile des Halses.	(Diaphragma). Intertransversarii supremi. Scalenus medius. Rectus capitis anticus major. Longus colli. Levator scapulae. Splenius capitis. Sternocleidomastoideus. Platysmamyoideus. (Musculatur der Zunge in Verbindung mit den oberen Halsnerven.) (Untere und hintere Antlitzmuskeln?)	Gehörgang und Ohr überhaupt. Ohrspeicheldrüse. Lymphdrüsen des Halses. Schilddrüse. Jugularvene. (Wirbelschlagader.)	(Zwerchfellnerv.) Sympathisch-Nerv. Zweiter und vierter Halsnerv. Zungenfleischnerv. Beinerv. (Kleiner Hinterhauptsnerv.) (Großer Ohrnerv.) Dreigetheilter und Antlitznerv. Herz- und Brustgeflechte. Herumschweifender Nerv.
		Großer oder hinterer Ohrnerv. (Auricularis magnus.)	Haut an und hinter dem Ohre, zwischen der Hinterhaupt- und der Schläfengegend und selbst vor dem Ohre.	Sternocleidomastoideus. Retrahens auris Occipitalis. (Temporalis?)		Dreigetheilter u. Antlitznerv. (Herumschweifender Nerv?)
		Hinterer Ast.	Haut des Nackens und vorzüglich der Mitte desselb.	Transversalis cervicis. Trachelomastoideus. Complexus. Splenius capitis. (Obliquus capitis inferior. Multifidus spinae.) Biventer cervicis. Semispinalis cervicis. (Interspinales) Cucullaris.		Zweiter und vierter Halsnerv.
IV.	Vierter Halsnerv.	Vorderer Ast.	Haut am Halse, an der Brust, der Gegend des Schultergelenkes und des unteren Theiles des Nackens.	Intertransversarii. Rectus capitis anticus major. Longus colli. Scalenus medius. Levator scapulae.	Wirbelschlagader.	(Zweiter), dritter und fünfter Halsnerv. Sympathischer Nerv.
		Vordere und hintere Oberschlüsselbeinnerven. (N. N. supra claviculares anterio-	Haut über und an dem Schlüsselbein, über dem Handgriffe des Brustbeines,	Sternohyoideus. (Pectoralis major? Sternocleidomastoideus? Cucullaris?	Blutgefäße und andere Gebilde in der Nähe des Schlüsselbeines.	Unteres Halshautgeflecht. Nerven, welche durch die großen Brustmuskel, den Delta-

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindende Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Körpertheile.	Vorzüglichste Anastomosen.
		res et posteriores.	der Brustdrüse, an dem obersten Theile des Oberarmes, dem Schultergelenke, dem Schulterblatte und dem unteren Theile des Nackens.			muskel u. dgl. durchtreten. Beinerv.
		Hinterer Ast.	Haut an der untern Gegend des Nackens.	Intertransversarius. Transversalis cervicis. Trachelomastoideus. Multifidus spinae. Semispinalis cervicis. Biventer cervicis. Complexus. Splenius capitis. Cucullaris.		
	Zwerchfellnerv. (N. phrenicus)	Aus dem vierten u fünften, sowie dem dritten und selbst dem zweiten und sechsten Halsnerven. Bisweilen Nebenfäden aus dem Armgeflecht.	Unbekannt.	Diaphragma (Scalenus anticus?).	Schlüsselbeinvene, (Schlüsselbeinschlagader. Innere Brustbeingefäße, Thymus, Lymphdrüsen des vorderen Mittelfellraumes. Herzbeutel.)	Herumschweifender u. sympathisch. Nerv. Unterste Halsnerven (u. erster Brustnerv). Absteigender Ast des Zungenfleischnerven. Herz-, Sonnen- und Lebergeflecht.
V.	Fünfter Halsnerv.	Vorderer Ast.	Antheil am Achselgeflecht. (Haut an dem untern Theile des Halses?).	Longus colli. Rectus anticus major. Intertransversarius. Scalenus medius. Subclavius. Antheil am Armgeflecht. (Diaphragma.)	Wirbelschlagader. Innere Brustbeinschlagader.	Vierter und sechster Halsnerv. Sympathischer Nerv. Zwerchfellnerv. Armgeflecht. Oberschulterblattnerv.
		Rückenschulterblattnerv. (Dorsalis scapulae.)		Serratus anticus major. Levator scapulae. Rhomboidei major und minor. (Scalenus medius.)	(Rückenschulterblattschlagader.)	Hinterer Brustkastennerv.
		Hinterer Ast.	(Haut an dem unteren Theile des Nackens.)	Cervicalis descendens. Transversalis cervicis. Tra-		Verbindung mit den vorher gehenden und dem folgenden Halsnerven.

ro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
				chelomastoideus. Multifidus spinae. Semispinalis cervicis. Splenius capitis. Biventer cervicis.		
VI.	Sechster Halsnerv.	Vorderer Ast.	Antheil am Achselgeflecht.	Longus colli. Rectus anticus major. Intertransversarius. Scaleni anticus et medius. (Diaphragma) Antheil am Achselgeflecht.	Wirbelschlagader.	Fünfter und siebenter Halsnerv. Sympathischer Nerv. Zwerchfellnerv. Achselgeflecht.
		Hinterer Brustkastennerv (N. thoracicus posterior s. respiratorius externus.) Aus den Vorderästen des fünften bis siebenten Halsnerven.	Unbekannt.	Serratus anticus major. (Subscapularis.) (Scalenus medius?).	(Hintere Brustkastengefäße.)	
		Hinterer Ast.	(Oberster Theil der Rückenhaut.)	Cervicalis descendens. Transversalis cervicis. Trachelomastoideus. Multifidus spinae. Semispinalis cervicis. Biventer cervicis. Splenius capitis. (Cucullaris.)		Die benachbarten Halsnerven.
VII.	Siebenter Halsnerv.	Vorderer Ast.	Antheil am Achselgeflecht.	Intertransversarius. Scaleni anticus u. posticus. Serratus anticus major. (Diaphragma.) Antheil am Achselgeflecht.	Wirbelschlagader.	Sympathischer Nerv. (Zwerchfellnerv.) Hintere und vordere Brustnerven. Achselgeflecht.
		Hinterer Ast.	Haut in der Gegend des Schulterblattes.	Transversalis cervicis. Cervicalis descendens. Complexus. Multifidus spinae. Semispi-		Die benachbarten Halsnerven.

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Verz Anas
				nalis. Interspinales (Splenius capitis. Serratus posticus superior. Rhomboidei. (Cucullaris.)		
VIII.	Achter Halsnerv.	Vorderer Ast.	Antheil am Achselgeflecht.	Scaleni anticus, medius u. posticus. Antheil am Achselgeflecht.	Schlüsselbeingefäße.	Sympa Nerv. gefä
		Hinterer Ast.	(Haut in der Mitte des obersten Theiles des Rückens.)	Multifidus spinae. Semispinalis.		(Versey der Hals und ob Brustm
	Achselgeflecht (Plexus axillaris.) Aus den vier letzten Hals- und dem ersten Brustnerven.	Vordere Brustkastennerven. (N. N. thoracici anteriores.) Aus dem fünften, diesem und dem sechsten bis siebenten Halsnerven (unterstem Hals- bis erstem Brustnerven).	Haut der Gegend des Schultergelenkes, der Brustdrüse und der Nachbarschaft derselben.	Subclavius. Deltoideus. Pectorales major u. minor.	Schultergelenk (Brustdrüse).	Oberschlü beinnerv
		Oberschulterblattnerv. (N. suprascapularis.) Aus dem fünften bis siebenten od. achten Halsnerv.	Unbekannt.	Supraspinatus (Infraspinatus.) (Teres minor?)	Schultergelenk (Quere Schulterblattgefäße?)	
		Unterschulterblattnerven. (N. N. subscapulares). Aus den drei bis vier letzten Halsnerven.	Unbekannt.	Teres major. Subscapularis.		
		Randschulterblattnerv. (N. marginalis scapulae.) Aus den drei untersten Halsnerv.	Unbekannt.	Serratus anticus major. Latissimus dorsi.	(Unterschulterblattgefäße.)	
		Innerer Armhautnerv. (N. cutaneus brachii internus.) Aus dem ersten	Haut der Achselhöhle und des Oberarmes bis zum Ellenbogen, vorzüg-		(Achselgefäße?)	Mitt Hautn andere Haut des A

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
		Brustnerven, diesem und dem letzten oder den beiden letzten Halsnerven.	lich an der inneren (u. vorderen) Seite. (Haut des Vorderarmes.)			
		Mittlerer Armhautnerv. (N. cutaneus brachii medius.) Aus dem Achselgeflecht oder dem Ellenbogennerven.	Haut des Oberarmes, vorzüglich der vordern und inneren Seite, des Ellenbogens, des Vorderarmes und der Hohlhand.	Coracobrachialis. Biceps brachii (Pectoralis minor u. z. Thl. major).	(Achselgefäße?) (Hautvenen des Armes, besonders V. basilica?)	Brustmuskelnerven. Andere Hautnerven des Oberarmes.
		Aeußerer Armhautnerv. (N. cutaneus externus s. musculocutaneus s. perforans Cassérii.) Aus dem fünften bis siebenten, dem fünften u. sechsten od. dem fünften und siebenten Halsnerven.	Haut der Ellenbogengegend, des Vorderarmes, des Handrückens, zum Thl. der Handfläche u. des Daumens.	Biceps brachii. Brachialis internus. Coracobrachialis.	(Hautvene des Armes, besond. V. cephalica?) Oberarmknochen.	Hautnerven des Armes. Speichennerv.
		Achselnerv. (N. axillaris.) Aus dem fünften u. sechsten, diesem und dem siebenten oder den vier untersten Hals- und dem ersten Brustnerven.	Vorzüglich hinterer, äußerer u. oberer Theil der Haut des Oberarmes. (Mittlere und untere Gegend derselben.) (Achselhöhle.)	(Subscapularis.) Teres major (u. minor). Deltoideus. Triceps brachii.	Schultergelenk Achselgefäße. Oberarmknochen.	Hautnerven des Armes.
		Ellenbogennerv. (N. ulnaris.) Aus dem letzten Hals- und dem ersten Brustnerven, diesem und den beiden, den drei oder den vier letzten Halsnerven, den drei oder vier letzten Halsnerven allein.	Haut der Ulnarkante des Vorderarmes, der Handwurzel, der Rücken- und z. Thl. der Volarfläche der Hand, der beiden Seiten des kleinen Fingers und des Ringfingers u. der Ulnarseite des Mittelfingers.	Flexor carpi-ulnaris. Flexores quatuor digitorum sublimis und profundus. Flexor brevis digiti minimi. Opponens digiti minimi. Interossei (interni und) externi. Adductor pollicis. Abd. indicis. (Palmaris brevis) (Lumbricalis IV.)	Weichgebilde in der Umgebung d. Ellenbogen- u. des Handgelenkes und der bei den empfindenden Gebilden genannten Finger. Achselgefäße. Ellenbogenschlagader.	(Innerer oder mittler. Hautnervenstamm des Armes.) Speichennerv. Mittelnerv.

Nro.	Nerv		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Vorzügli Anastome
		Mittelnerv. (N. medianus. Aus den vier untersten Halsnerven u. dem ersten Brustnerven, jenen ersteren allein, dem ersten Brust- und den drei letzten Halsnerven, ihm und dem fünften, sechsten u. siebent. dem fünften, siebenten und achten oder diesem und dem ersten Brustnerven allein.	Haut der Hohlhand, der Volarseiten des Ringfingers, des Mittelfingers, des Zeigefingers u. des Daumens	(Biceps brachii). Palmaris longus. (Flexor carpi radialis?) Flexores quatuor digitorum sublimis und profundus Flexores pollicis longus u. brevis. Pronatores teres und quadratus. Abductor und opponens pollicis. Lumbricales I. II. und III. (Flexor carpi ulnaris?) (Interossei interni.) (Lumbricales IV. u. V.) (Adductor pollicis.)	Armgefäße. Bänder und Gelenke der Handwurzel u. Weichgebilde der bei den empfindenden Theilen angeführten Finger.	(Aeußer Armhaut Ellenbo nerv. S chenner
		Speichennerv (N. radialis). Aus dem ersten Brustnerven und den vier untersten Halsnerven, diesen oder den drei letzten Halsnerven allein oder in Verbindung mit dem ersten Brustnerven, den beiden letzten Hals- oder dem fünften, sechsten u. siebenten Halsnerven allein.	Haut (am Oberarme), am Ellenbogen, der Radialseite der Rückenfläche u. der Volarfläche d. Vorderarmes, des Handrückens, der Rückenfläche des Daumens, des Zeigefingers u. zum Thl. des Mittelfingers	(Latissimus dorsi.) Triceps brachii. Anconaeus quartus. Brachialis internus. Supinatores longus u. brevis Flexor carpi radialis. Extensores carpi radiales longus u. brevis. Extensor digitorum communis. Extensores pollicis longus u. brevis. Extensores indicis und digiti minimi Extensor carpi ulnaris. Abductores pollicis longus und brevis. Adductor pollicis. Abductor digiti minimi.	Armgefäße. Ellenbogen- u. Handgelenk-Weichgebilde d. bei den empfindenden Theilen genannten Finger. (Oberarmknochen.)	(Hautnerven des Armes. Ellenbogen- Mittelnerv. (Hintere Brustnerven.
IX.	Erster Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Antheil am Achselgeflecht. dem äußeren Brust- den vor-	Antheil an dem Achselgeflecht, (dem äußeren Brust-)	(Benachbarte Gefäße.) (Brustdrüse.)	Sympathisch Nerv Hals- u. zu ter Brustne

v.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hau.fläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
			deren Oberschlüsselbein-, dem mittleren Hautnerven des Oberarmes u. Erzeuger des ersten Zwischenrippennerven. Haut vor und nach außen von dem Handgriffe des Brustbeines, der Achselhöhle u. der Innenseite des Oberarmes.	und den vorderen Schlüsselbeinnerven. Intercostal. I. Pectoralis major.		Achselgeflecht. (Innere Hautnerven des Armes.)
		Hinterer Ast.	Entsprechende Rückenhaut.	Kleinere Rückenmuskeln. Rückgrathsstrecker. Intercostales I. (Cucullaris.)		Letzter Hals- und zweiter Brustwirbelnerv.
X.	Zweiter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Haut über der Brustdrüse, an der Achselhöhle u. dem Oberarme, vorzüglich der Hinterseite desselben.	Intercostales II. (I.) Serratus posticus superior. Triangularis sterni. (Serratus anticus major. Pectorales major u. minor?)	(Benachbarte Gefäße.) Brustdrüse.	Sympathischer Nerv. Die beiden benachbarten Brustwirbelnerven.
		Innerer, hinterer u. oberer Hautnerv des Armes. (N. cutaneus brachii posterior superior.)	Haut der inneren u. hinteren Abtheilung der oberen Gegend des Oberarmes u. der Nähe der Achselhöhle.			Achselgeflecht.
		Hinterer Ast.	Entsprechende Rückenhaut.	Kleine Rückenmuskeln. Rückgrathsstrecker. Cucullaris.		Die beiden benachbarten Rückenäste.
I.	Dritter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Haut vor dem großen Brustmuskel und der Achselhöhle, der Hinterseite des Schulterblattes, des Oberarmes, der Brustdrüse und der Umgebung derselben.	Intercostales III. Triangularis sterni.	Wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige. Hinterer Hautnerv des Oberarmes.
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		Aehnlich wie der vorige.

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe	Verz Anat
XII.	Vierter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Haut d. Brustdrüse und des Brustkorbes u. seitlich bis zur Gegend des Schulterblattes.	Intercostales IV. Triangularis sterni.	Wie der vorige.	be
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		besg
XIII.	Fünfter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Haut an dem vorderen und seitlichen Theile der Brust.	Intercostales V. Serratus anticus major. Triangularis sterni.	desgl.	bes
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Wie der vorige.		besg
XIV.	Sechster Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Haut an dem vorderen und seitlichen Theile der Brust.	Intercostales VI. (Serratus anticus major.) Triangularis sterni. Obliquus abdominis externus. Diaphragma.		besg
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		besg
XV.	Siebenter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Haut an der vorderen und seitlichen und zum Theil der hinteren Gegend der Brust.	Aehnlich wie der vorige.		besg
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	desgl.		besg
XVI.	Achter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Entsprechende Haut des Bauches und der Seitentheile.	Intercostales VIII. Diaphragma. Obliquus externus. Transversus u. Rectus abdominis.		besg
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		besg
XVII.	Neunter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Entsprechende Haut des Bauches und der Seitentheile.	Intercostales X. Diaphragma. Obliqui abdominis externus u. internus. Transversus abdominis. Rectus abdominis.		besg
		Hinterer Ast.	desgl.	Aehnlich wie der vorige.		besg

ro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
VIII.	Zehnter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Entsprechende Haut des Bauches und der Seitentheile bis zu dem Kamme des Hüftbeines	Intercostales X. Diaphragma. Obliqui externus und internus, Transversus u. Rectus abdominis.		desgl.
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		desgl.
IX.	Eilfter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	desgl.	Aehnlich wie der vorige, nur Intercostales XI.		desgl.
		Hinterer Ast.	desgl.	desgl.		desgl.
X.	Zwölfter Brustwirbelnerv.	Vorderer Ast.	Haut an dem Vordertheile des Darmbeines bis zum großen Rollhügel hinab. Bauchhaut über dem Schaambogen.	(Diaphragma. Quadratus lumborum.) Obliqui externus u. internus, Transversus, Rectus u. Pyramidalis abdominis.		desgl.
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		desgl.
XI.	Erster Lendennerv.	Vorderer Ast.	Siehe die folgenden untergeordneten Verzweigungen.	Psoas major. Quadratus lumborum.		desgl.
		Hüftbeckennerv (N. ileohypogastricus).	Haut über dem Spanner der Schenkelbinde, an dem Bauchringe und dem Schaamberge oder wie der folgende Nerv endigend.	(Psoas major.) Quadratus lumborum. Obliqui abdominis externus u. internus. Transversus abdominis.	(Samenstrang und rundes Mutterband?)	Letzter Brustwirbelnerv. Hüft-Leistennerv.
		Hüftleistennerv (N. ileoinguinalis).	Haut des Schaamberges, des vorderen u. äußeren Theiles des Hodensackes, der äußeren Schaamlefzen und bisweilen des vorderen, oberen und inneren Theiles des Oberschenkels.		(desgl ?)	Zweiter Lendennerv. Hüft-Beckennerv.

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe	Vorzüglichste Anastomosen.
		Hinterer Ast.	Haut an dem hinteren und oberen Theile des Darmbeines.	Aehnlich wie der vorige.		Aehnlich wie der vorige.
XXII.	Zweiter Lendennerv.	Vorderer Ast.	Antheil an dem folgenden Nerven.	Psoas major u. Quadratus lumborum. Antheil an dem folgenden Nerven.		Aehnlich wie der vorige. (Vierter und selbst fünfter Lendennerv.)
		Aeußerer Schaamnerv (N. spermaticus s. inguinalis s. pudendus externus s. genito-cruralis.)	Haut an dem äußeren u. dem oberen Theile des Oberschenkels oder der unteren u. vorderen Gegend der Hüfte nebst den Bedeckungen des vorderen u. äußeren Theiles des Oberschenkels oder der Haut der Vorderfläche desselben überhaupt. Haut des Hodensackes, der äußeren Schaamlefzen und des Schaamberges	(Psoas major. Iliacus internus.) Obliqui externus und internus. Transversus abdominis. Cremaster.	Bauchdecken-, Schenkel u. äußere Schaamgefäße. Samenstrang. Scheidenhaut des Hodens. Hode u. Nebenhode. Dartos. (Rundes Mutterband.)	Die beiden ersten Lendennerven. Vorderer äußerer Hautnerv des Schenkels. (Hüftleistennerv.) (Schenkelnerv.)
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		Aehnlich wie der vorige.
XXIII.	Dritter Lendennerv.	Vorderer Ast.	Antheil am Lendengeflecht.	Psoas major (und minor.) Quadratus lumborum. Antheil am Lendengeflecht.		desgl.
		Hinterer Ast.	Haut der Hinterfläche des oberen Theiles des Beckens.	Kleine Rückenmuskeln. Rückgrathsstrecker.		desgl.
XXIV.	Vierter Lendennerv.	Vorderer Ast.	Antheil am Lendengeflecht.	Psoas major (u. minor.) Antheil am Lendengeflecht		desgl.
		Hinterer Ast.	Wie der vorige. Nur oft bloßer Muskelnerv.	Wie der vorige.		desgl.

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
XV.	Fünfter Lendennerv.	Vorderer Ast.	Antheil an dem oberen Gesäßnerven u. dem Lendengeflecht.	Antheil an dem oberen Gesäßnerven u. dem Lendengeflecht.		desgl.
		Hinterer Ast.	Wie der vorige.	Wie der vorige.		desgl.
XVI.	Erster Kreuzbeinnerv.	Vorderer Ast.	Antheil an dem oberen (u. dem unteren) Gesäßnerven und dem Hüftgeflecht.	Piriformis (Glutaeus maximus.) Antheil an den Gesäßnerven u. dem Hüftgeflecht.		Sympathischer Nerv. Die beiden letzten Lendennerven und der zweite Kreuzbeinnerv.
		Hinterer Ast.	Haut an dem Gesäße u. dem Kreuzbeine.	(Glutaeus maximus.)		Benachbarte Lenden- und Kreuzbeinnerven. Hintere Gesäßnerven.
XVII.	Zweiter Kreuzbeinnerv.	Vorderer Ast.	Antheil am Hüftgeflecht.	Piriformis. Antheil an dem Hüftgeflecht.		Aehnlich wie der vorige.
		Hinterer Ast.	Wie der vorige (Antheil am Hüftgeflecht).	Aehnlich wie der vorige.		desgl.
XVIII.	Dritter Kreuzbeinnerv.	Vorderer Ast.	Antheil an dem Schaam- und dem Hüftgeflecht.	Antheil an dem Schaam- und dem Hüftgeflecht.	Mastdarm. Harnblase. Scheide.	desgl. Mittlere Mastdarm- u. untere Blasennerven.
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		desgl.
XIX.	Vierter Kreuzbeinnerv.	Vorderer Ast.	Haut zwischen dem Steißbein- und dem Afterantheil an dem Schaam- und dem Hämorrhoidalgeflecht.	Levator ani. Coccygeus. Harnblase. Mastdarm. (Samenblasen.) Vorsteherdrüse. Gebärmutter. Scheide. Anth. an d. Schaam- und dem Hämorrhoidalgeflecht.		desgl. Untere Mastdarmnerven.
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		Aehnlich wie der vorige.
XX.	Fünfter Kreuzbeinnerv.	Vorderer Ast.	Haut an und neben dem unteren Theile des Steißbeines.	(Coccygeus) (Glutaeus maximus?).		desgl.
		Hinterer Ast.	Aehnlich wie der vorige.	Aehnlich wie der vorige.		desgl.

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Verzügliche Anastomosen.
XXXI. und XXXII.	Die beiden Schwanzwirbelnerven.		Verbinden sich mit den benachbarten Kreuzbeinnerven.	Verbinden sich mit den benachbarten Kreuzbeinnerven.		
	Lendengeflecht (Plexus lumbalis). Aus den Lendenwirbelnerven, vorzüglich dem zweiten bis vierten.	Vorderer äußerer Hautnerv des Oberschenkels (N. cutaneus femoris anterior externus). Aus den ersten vier und zunächst aus dem zweiten Lendennerven.	Haut an dem großen Rollhügel und der äußeren und vorderen Seite des Oberschenkels bis zum Knieantheil an d. Schaamnerven.	(Psoas major). (Iliacus internus.) (Sartorius) (Tensor fasciae latae). Antheil an den Schaamnerv.	Leistendrüsen u. Nachbargebilde.	Lenden-Leistennerv oder äußerer Schaamnerv. Schenkelnerv.
		Schenkelnerv. (N. cruralis.) Aus den vier ersten Lendennerven, vorzüglich dem zweiten, dritten und vierten.	Haut des Oberschenkels, vorzüglich äußerer, hinterer u. vorderer Theil desselben. Kniehaut. Unterschenkel bis zur Gegend des inneren Knöchels. Fußrücken.	Psoas major (u. minor.) Iliacus internus. Sartorius. Pectineus. Tensor fasciae latae. (Piriformis.) Vasti externus u. internus. Cruralis. Rectus femoris. Gracilis (Flexor hallucis brevis).	Weichgebilde des Hüftgelenkes (Leistendrüse u. benachbarte Weichgebilde.) (Tiefere u. oberflächliche Gefäße u. Knochen der unteren Extremität?). Kniegelenk.	Vorderer äußerer u. andere Hautnerven des Oberschenkels. Hüftlochnerv. Hüftnerv.
		Hüftlochnerv. (N. obturatorius.) Aus dem dritten u. zum Thl. dem vierten u. dem zweiten u. bisweilen dem ersten Lendennerven.	Haut, vorzüglich der inneren und vorderen Gegend des Oberschenkels. Kniegelenk. Vorzugsweise innere u. vordere Seite des Unterschenkels.	(Psoas major u. minor.) Obturator (internus u.) externus. Gracilis. Adductores longus, brevis und magnus (Pectineus.)	(Hüftgefäße u. benachbarte Weichgebilde.) Hüftgelenk.	Benachbarte Beckennerven. Schenkelnerv. Hautnerven des Oberschenkels. (Hüftnerv.)
	Hüft- oder Kreuzbeingeflecht (Plexus ischiadicus s. sacralis). Aus den beiden letzten Lenden- u. den drei ersten Kreuzbeinnerven.	Oberer Gesäßnerv. (N. glutaeus superior) Aus den beiden letzten Lenden- und dem ersten Kreuzbeinnerven.	Antheil an dem Hüftnerven. Haut am Gesäß.	Glutaei maximus, medius u. minimus. Tensor fasciae latae. (Piriformis.) Antheil am Hüftnerven.		Hüftnerv. Hautnerven des Oberschenkels.
		Unterer Gesäßnerv. (N. glutaeus inferior.) Aus den beiden letzten Lenden- u. dem ersten Kreuz-	Haut am Gesäß.	Glutaeus maximus.		Hüftnerv. Hautnerven des Oberschenkels.

Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
Hauptstamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmasse.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
	beinnerven, mit oder ohne Betheiligung der beiden folgenden Kreuzbeinnerven.				
	Gemeinschaftlicher hinterer Hautnerv des Oberschenkels. (N. cutaneus femoris posterior communis.) Aus dem ersten u. zweiten, dem zweiten u. dritten oder überdieß dem vierten Kreuzbeinnerven oder dem Schaamgeflecht.	Haut an dem großen Rollhügel, der äußeren und vorderen Seite des Oberschenkels, dem Hodensack oder äußeren Schaamlefzen bis zum Schaamberge. (Haut des Dammes.) Haut der Hinter- u. Innenseite der Obergegend des Oberschenkels. Mitte des Oberschenkels bis zur Kniekehle u. selbst bis zur Wade.	(Glutaei?)		Dammnerven. Hautnerven des Schenkels.
	Gemeinschaftlicher Schaamnerv. (N. pudendus communis.) Aus dem Schaamgeflecht, dem Hüftgeflecht, beiden od. dem dritten u. vierten Kreuzbeinnerven.	Haut der nächsten Umgebung des Afters und des Dammes überhaupt, des Hodensackes. Aeußere u. innere Schaamlefze. Schaamberg. Männliches Glied und Vorhaut. Kitzler (oberster Theil des Oberschenkels).	Bulbo- und Ischiocavernosus. Sphincter ani externus. Transversi perinaei. Constrictor cunni.	(Mastdarm.) Männliches Glied u. Kitzler. Scheide u. Gebärmutter. Männliche u. weibliche Harnröhre.	Mastdarmgeflechte. Hautnerven des Oberschenkels. Aeußerer Schaamnerv. (Hüftlochnerv)
	Unterster Mastdarmnerv. (N. haemorrhoidalis imus.) Aus den Schaamnerven oder dem Schaamgeflecht.	Haut am After.	Sphincter ani externus.		Hautnerven des Dammes.
	Hüftnerv (N. ischiadicus). Aus den beiden letzten Lenden-	Haut an dem Gesäß und dem oberen Theile des Oberschen-	(Glutaei) Gemelli. (Piriformis) Obturator internus.		Untere Gesäßnerven. Hautnerven des Oberschenkels.

Nro.	Nerv.		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	Hauptſtamm.	Untergeordnete Verzweigung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmaſſe.	Andere Organe.	Vorzüglich Anaſtomoſ
		und den oberen Kreuzbeinnerven.	kels. Antheil an dem Wadenbein- und dem Schienbeinnerven.	Quadratus femoris. Semitendinosus. Semimembranosus. Biceps femoris. Adductor magnus. Antheil an dem Wadenbein- und dem Schienbeinnerven.		
		Wadenbeinnerv. (N. peroneus). Aſt des Hüftnerven.	Haut der Wade u. eines großen Theiles des übrigen Unterſchenkels, der Gegend der Knöchel, des Fußrückens u. der Rückenflächen aller Zehen.	Biceps femoris (Popliteus). Gastrocnemius (Soleus). Plantaris. Peronei longus, brevis u. tertius. Extensores digitorum longus u. brevis. Extensores hallucis longus u. brevis. Tibialis anticus. (Plantaris.) Interosseus dorsalis I.	Hüftgelenk. Kniegelenk u. umgebende Weichgebilde.	Hautnerven des Schenkel Zweige des Schienbeinnerven (des Schenkel- od des Hüftloch nerven).
		Schienbeinnerv. (N. tibialis.) Aſt des Hüftnerven.	Haut an der Kniekehle, der Wade bis zu dem äußeren Knöchel, dem Fußrücken und der Rückenfläche der kleinen Zehe. Haut der Innenfläche des Unterſchenkels, des inneren Knöchels, der Ferſe, der Sohle und der Plantarflächen aller Zehen.	(Popliteus). Gastrocnemius Soleus. Plantaris. Tibialis posticus. Flexores digitor. longus u. brevis. Flexores hallucis longus u. brevis. Abductor u. Adductor hallucis. Flexor brevis digiti minimi. Quadratus Sylvii. Transversus pedis. Lumbricalis. Interossei plantares u. dorsales. (Von dieſen letzteren II. — IV. oder I — IV.)	Kniegelenk u. benachbarte Weichgebilde. Unterſchenkelknochen. Fußgelenk. (Gleichläufige Gefäße.)	Hautnerven des Schenkels Zweige des Schienbeinnerven (des Schenkel- oder Hüftlochnerven).

Hätten sich die Rückenmarksnerven in möglichst einfacher Weise ver- 4250
eitet, so würde jeder von ihnen diejenigen Körpergebilde, die seinem
irbelbezirke unmittelbar entsprechen und mit ihm in ungefähr gleicher
öhe liegen, aufgesucht haben. Wir sehen aber, das dieses häufig nicht
r Fall ist. Viele Nervenstämme begeben sich zu entfernter liegenden
eilen. Die Lagenbeziehungen der unteren Hälfte des Rückenmarkes,
r Beckenorgane und der Beine forderten dieses ohne Weiteres. Da aber
s Gleiche an vielen anderen Theilen wiederkehrt, so muß jenes Fort-
rittsgesetz von allgemeineren Bedingungen abhängen. Manche dieser Ei-
nthümlichkeiten können aus den Entwicklungsverhältnissen hergeleitet
erden. Ein Organ liegt ursprünglich höher und weicht in der Folge
rück, so daß sich seine Nerven gleichsam ausziehen müssen. Es frägt
h jedoch, ob nicht noch tiefere Berechnungen, die mit den Eigenschaf-
n der einzelnen Abtheilungen des Rückenmarkes zusammenhängen, jener
nordnung zum Grunde liegen.

Die meisten Rückenmarksnerven, die sich zu entfernteren Körperge- 4251
lden begeben, bringen nach unten vor, so daß der peripherische Anfang
r Nervenquelle höher zu liegen kommt. Die beiden Hinterhauptsnerven
der der größere Ohrnerv lehren aber, daß auch der umgekehrte Fall
orzukommen vermag. Da diese Vertheilungsweise seltener auftritt, so
giebt sich, daß die meisten Rückenmarksnerven dem Rumpfe und den
liedern angehören müssen.

Jede seitliche Hälfte des Körpers besitzt ihre eigenen Nervenstämme. 4252
Sie entsprechen zwar im Allgemeinen denen der anderen Seite. Man
ößt aber auch häufig genug auf untergeordnete Abweichungen, die sich
lbst bis auf die Wurzelursprünge ausdehnen. Die Hautnerven scheinen in
ieser Hinsicht die meisten und die wesentlichsten Wechselfälle darzubieten.

Die größeren Stämme und Zweige der Rumpfnerven beschränken sich 4253
n der Regel auf die ihnen entsprechende Seitenhälfte. Man wollte hier-
n ein Unterscheidungsmerkmal von der Verbreitungsweise der Nerven
er Brust- und der Baucheingeweide finden, weil sich die Verzweigun-
gen der beiden herumschweifenden und der sympathischen Nerven nicht
elten in der Mittellinie kreuzen und sich dann zu den entgegengesetzten
Seitentheilen hinüberbegeben. Die oberflächlichen Nerven des Halses, die
Zwerchfellnerven, die Nerven des männlichen Gliedes und zum Theil die
des Hodensackes, die aus dem Rückenmarke unmittelbar stammenden Nerven
der tieferen Beckengebilde können beweisen, daß auch Fälle der Art in dem
Bereiche der freien Rückenmarksnerven vorkommen.

Wir haben schon §. 4248 gesehen, daß die meisten größeren Stämme 4254
der Rückenmarksnerven empfindende und bewegende Nervenfasern gleich-
zeitig einschließen. Wie hier die strenge durch die Wirkung bestimmte
Sonderung für den Augenblick zurücktritt, so entläßt auch oft ein Stamm
Zweige, die sich zu antagonistischen Muskeln begeben. Sehr lange oder
umfangreiche Muskelmassen beziehen nicht selten ihre Fasern aus verschie-
denartigen Quellen, aus bloßen Rückenmarksnerven ungleichen Ursprunges
oder aus diesen und Hirnnerven zugleich.

4255 Die zahlreichen Schlingenbildungen und Anastomosen, welche die Halsnerven darbieten, hindern die anatomische Verfolgung der einzelnen Nervenbündel in hohem Grade. Man kann nur im Allgemeinen behaupten, daß sich die vier oberen Halsnerven, abgesehen von ihren Antheilen an dem Zwerchfellnerven, auf die Gebilde des Kopfes, des Halses, der oberen Brustgegend, der Schulter und der Achsel beschränken, während die vier unteren den entsprechenden Bezirken des Halses, der Brust und der Arme angehören. Das Hinterhaupt und der Scheitel, die Umgebung des Ohres und des Unterkiefers und, wie wir später sehen werden, die Muskelmasse der Zunge, und der Regenbogenhaut des Auges sind die vornehmsten Nervgebilde, welche die Wurzeln der obersten Halsnerven beherrschen können. Die Beugung, die Streckung und die seitliche Drehung des Kopfes, die entsprechenden Bewegungen des Halsstückes der Wirbelsäule, die Thätigkeit der Halshaut und des Nackmuskels und zum Theil die Ortsveränderung des Schlüsselbeines, der obersten Rippen, des Schulterblattes und des Oberarmes hängen vor Allem von den Halsnerven ab.

Da sie einerseits mit den Kopf- und andererseits mit den Armnerven in innigster Berührung stehen, so ereignet es sich häufig, daß sich eine krankhafte Reizung derselben auf diese Nachbargebilde weiter verbreitet. Neuralgieen des Nackens verknüpfen sich nicht selten mit Nervenschmerzen im Hinterhaupte oder im Kopfe überhaupt. Die Störung dehnt sich bisweilen auf den Arm und selbst den Rücken oder den Unterleib bis zur Hüfte hinab aus. Vgl. F. E. J. Valleix, Traité des Neuralgies ou affections douloureuses des nerfs. Paris 1841. S. p. 231 u. 315. und H. Bretschneider, Versuch einer Begründung der Pathologie und Therapie der äusseren Neuralgieen. Jena 1847. 8. S. 169 u. 170.

4256 Der Zwerchfellnerv (N. phrenicus) gehört ebenfalls zu den gemischten Stämmen. Drückt man ihn in einem lebenden Hunde zusammen, so verräth oft das Thier seinen Schmerz durch Heulen. Kaninchen zucken gewöhnlich zusammen, sie schreien selbst in einzelnen Fällen laut auf. Fast jeder Leichnam eines frisch getödteten Säugethieres kann die bewegenden Kräfte der Zwerchfellnerven nachweisen, weil sich die Empfänglichkeit desselben auffallend lange zu erhalten pflegt. Es zieht sich hierbei vorzugsweise diejenige Hälfte des Zwerchfelles, welche dem gereizten Stamme entspricht, zusammen. Wechselt dann die Stellung der ganzen musculösen Scheidewand, so läßt sich oft schwer entscheiden, was von der Muskelzusammziehung und was von der mechanischen Nebenwirkung abhängt.

4257 Hat man beide Zwerchfellnerven in einem Kaninchen durchschnitten, so kann das Thier noch Monate lang in glücklichen Fällen fortleben. Es verrathen sich nur einige Athembeschwerden untergeordneter Art. Man bemerkt bisweilen, daß die Nasenflügel weiter geöffnet und die Bauchdecken lebhafter bewegt werden. Das Herz scheint manches Mal schneller, als sonst zu schlagen.

Man hat früher häufig angenommen, daß die Trennung der beiden Zwerchfellnerven die Athmung wesentlich stören und das Leben binnen Kurzem untergraben müsse. Zeugen aber schon die oben erwähnten Thatsachen gegen diese Voraussetzung, so lehren auch fernere Beobachtungen,

ß die Thätigkeit des Zwerchfelles kein unbedingt nothwendiges Glied r Athmungsmechanik darstellt. Es fehlt in den meisten Reptilien und in den Vögeln nur schwach angedeutet. Es kommt im Menschen vor, ß sich eine größere Lücke im Zwerchfell findet und daß die verschieden- n Baucheingeweide durch diese Oeffnung in die Brusthöhle eindringen. ersonen, die an solchen Zwerchfellbrüchen leiden, sterben nicht selten erst reiferen Jahren, ohne daß sich selbst die Unvollkommenheit ihres Zwerch- lles durch auffallende Athmungsstörungen verrathen hätte.

Halten wir uns an die anatomischen Untersuchungen, die mit freiem Auge am enschen angestellt worden, so begeben sich Fäden des Zwerchfellnerven in das Herz-, s Magen- und das Samengeflecht. Reiser benachbarter Rückenmarksnerven dringen an- rseits in das Zwerchfell ein. Es ließe sich hiernach erwarten, daß der Zwerchfellnerv ch andere Gebilde, als das Zwerchfell beherrschen, und daß ein Theil von diesem von deren Nerven ebenfalls abhängen wird. Die bis jetzt an Säugethieren angestellten ysiologischen Prüfungen haben keine jener beiden Voraussetzungen mit Sicherheit un- stützen können. C. F. Burdach [1]) fand zwar, daß die galvanische Reizung des hten Zwerchfellnerven eines frisch getödteten Kaninchens Magenbewegungen, die nicht n den mechanischen Wirkungen des Zwerchfelles herrührten, hervorrief. Wurde der iche Versuch an der linken Seite angestellt, so blieb jener Erfolg aus. Diese Beob- ɔtung, die den anatomischen Verhältnissen keineswegs entsprechen würde, ist mir weder Hunden, noch an Kaninchen gelungen.

Die Beziehungen, in denen der Zwerchfellnerv zu dem absteigenden Aste des Zun- nfleischnerven (N. hypoglossus) steht, werden uns später bei der Betrachtung dieses Ner- n beschäftigen.

Da das Schluchzen das Zwerchfell vorzugsweise in Anspruch nimmt, so muß man e Gegend, in welcher der Zwerchfellnerv am Halse verläuft, in Krankheitsfällen, in de- n jene Beschwerde in den Vordergrund tritt, genauer prüfen. Es können örtliche eize, welche ein peripherisches Stück des Zwerchfellnerven treffen, anhaltendes Schluch- n dadurch bedingen, daß die ihm entsprechenden Centralwerkzeuge zur Unterhaltung ei- s regelwidrigen Muskelspieles gezwungen werden. Vgl. G. Hirsch, Beiträge zur rkenntniss und Heilung der Spinal-Neurosen. Königsberg 1843. 8. S. 250. 51, und . H. Romberg, Lehrbuch der Nervenkrankheiten der Menschen. Bd. I. Berlin 43. 8. S. 354—58.

Es gilt im Allgemeinen als Regel, daß die hinteren Muskelmassen 4258
r Wirbelsäule von den hinteren Zweigen der benachbarten Rückenmarks- erven, die vorderen dagegen von den vorderen versorgt werden. Die- nigen Muskelgruppen, welche über eine Reihe von Wirbeln dahingehen, npfangen meistentheils eine größere Menge verschiedenartiger Nerven- ämme. Wir stoßen endlich nicht selten auf die Eigenthümlichkeit, daß ch die symmetrische Vertheilung verwischt oder daß noch Hirnnerven ußer den Rückenmarksnerven zu Hülfe kommen.

Einzelne Hals- und Nackenmuskeln liefern Beispiele dieser für die Be- 4259
rtheilung der Lähmungserscheinungen nicht unwichtigen Anordnungsweise. Der Kopfnicker (Sternocleidomastoideus) wird von dem äußeren Aste es Beinerven (N. accessorius), dem kleinen Hinterhauptsnerven (N. oc- ipitalis minor), dem großen Ohrnerven (N. auricularis magnus), dem Stamme des zweiten und dritten Halsnerven oder dem absteigenden Aste

[1]) C. F. Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirns. Bd. I. Leipzig 1819. 4. Seite 240.

des Unterzungennerven, der freilich zu einem großen Theile den oberen Halsnerven angehört, aufgeſucht. Dieſer und Aeſte der Oberſchlüſſelbeinnerven (N. N. supraclaviculares) begeben ſich zu dem Bruſtzungenbeinmuskel Sternohyoideus. Der Schulterzungenbeinmuskel (Omohyoideus) kann Fäden von dem abſteigenden Aſte des Unterzungennerven, dem Achſelgeflechte und den Oberſchlüſſelbeinnerven aufnehmen. Der Kappenmuskel (Cucullaris) bezieht endlich ſeine Nerven von dem äußeren Aſte des Beinerven, dem großen Hinterhauptsnerven, dem dritten, dem vierten und ſelbſt von einzelnen der tieferen Hals- und der oberen Bruſtnerven oder dem Achſelgeflechte. Fäden des Antlitznerven (N. facialis) und der Hinterhauptsnerven betheiligen ſich an der Verſorgung des Hinterhauptsmuskels (Occipitalis), der Halshaut und des Lachmuskels (Platysmamyoides und Risorius Santorini) und der kleinen Muskeln des äußeren Ohres. Eben ſo werden einzelne Zungenmuskeln (Geniohyoideus, Genioglossus, Hyoglossus, von dem Unterzungennerven und den oberſten Halsnerven gleichzeitig beherrſcht.

4260 Manche Muskelmaſſen, die den beiden oberflächlichen Schichten der Rückenmuskeln angehören, oder ſich vorn an die Rippen anheften, zeichnen ſich dadurch aus, daß ſie Zweige von eigenen größeren Nervenſtämmen neben den gewöhnlichen Aeſten der entſprechenden Rückenmarksnerven aufnehmen. Der zweibauchige Nackenmuskel (Biventer cervicis) erhält z. B. Fäden von dem großen Hinterhauptsnerven (N. occipitalis magnus), der Schulterblattheber (Levator scapulae) und der größere und der kleinere Rautenmuskel (Rhomboidei major und minor) von dem Rückennerven des Schulterblattes (N. dorsalis scapulae), der breite Rückenmuskel (Latissimus dorsi) von dem Randnerven des Schulterblattes (N. marginalis scapulae) und ſelbſt dem Achſelgeflechte oder dem Speichennerven (N. radialis), der vordere Sägemuskel (Serratus anticus major) endlich von dem äußeren Athemnerven (N. respiratorius externus), dem Rücken- und dem Randnerven des Schulterblattes.

4261 Die Bauchmuskeln beziehen ihre Nerven von den unteren Bruſtwirbel- und den oberen Lendennerven. Der äußere ſchiefe Bauchmuskel (Obliquus abdominis externus) wird von den vorderen Aeſten des 3. bis 12. Bruſtwirbelnerven, dem Hüft- Beckennerven (N. ileo-hypogastricus) und dem Hüft-Lendennerven (N. ileo-inguinalis) des erſten Lendennerven, der innere ſchiefe (Obliquus internus) und quere Bauchmuskel (Transversus abdominis) von denſelben Stämmen mit Ausnahme des 3. Bruſtwirbelnerven und dem Leiſtennerven (N. inguinalis) des zweiten Lendennerven, der gerade Bauchmuskel (Rectus abdominis) von dem 3. bis 12. und der Pyramidenmuskel (Pyramidalis) von dem 12. Bruſtwirbelnerven, dem Hüftbeckennerven oder dem Lendengeflecht verſorgt. Der viereckige Lendenmuskel (Quadratus lumborum) bezieht ſeine Faſern von den vorderen Aeſten der letzten Bruſt- und drei erſten Lendennerven und bisweilen von dem Hüft- Becken- und dem Hüft- Leiſtennerven.

4262 Vergleichen wir die Bd. I. §. 1232 fgg. aufgezählten Einathmungsmuskeln ſo ſehen wir, daß ſich an ihnen alle Hals- und Bruſtnerven,

von den Hirnnerven dagegen nur der Beinerv (N. accessorius) betheiligen. Berücksichtigen wir einzelne der ausgezeichneteren Stämme, die hier in Betracht kommen, so haben wir den Zwerchfellnerven (N. phrenicus) für das Zwerchfell, die Zwischenrippennerven (N. N. intercostales) für die Zwischenrippenmuskeln, den hinteren Brustnerven (N. respiratorius externus) für den vorderen Sägemuskel, den Rückennerven des Schulterblattes (N. dorsalis scapulae) für jenen, den Schulterblattheber und die Rautenmuskeln und den äußeren Ast des Beinerven für den Kappenmuskel und den Kopfnicker. Wir sehen hieraus, daß die meisten Muskelmassen, die andere eigenthümliche Hauptstämme neben den gewöhnlichen Aesten der Rückenmarksnerven aufnehmen, bei der Einathmung thätig sein können. Es muß jedoch bemerkt werden, daß jene Eigenthümlichkeit in vielen anderen Muskeln, die sich ebenfalls bei jener Wirkungsart betheiligen, nicht wiederkehrt.

Betrachten wir endlich noch die mit quergestreiften Fasern versehe- 4263
nen Verkürzungsgebilde, die im Becken und unmittelbar unter dem Ausgange desselben vorkommen, so hängt der Steißbeinmuskel (Coccygeus) von den letzten Kreuzbein- (und Schwanzbein-) Nerven ab. Die queren Dammmuskeln (Transversi perinaei) schöpfen ihre Fasern aus dem gemeinschaftlichen Schaamnerven (N. pudendus) des Hüftgeflechtes, der äußere Afterschließer (Sphincter ani externus) aus dem erwähnten Schaamnerven und dem unteren Mastdarmnerven (N. haemorrhoidalis imus) des Schaamnerven oder des Schaamgeflechts. Der Schaamnerve versorgt noch den Ruthensteifer (Ischiocavernosus), den Harnschneller (Bulbocavernosus) und den Scheidenschnürer (Constrictor cunni), der Samennerv (N. spermaticus) endlich den Hodensackmuskel (Cremaster).

Die Stämme und die Zweige, welche die Armhaut aufsuchen, bie- 4264
ten so viele Verschiedenheiten und Wechselverbindungen dar, daß sich nur ungefähr angeben läßt, von welchen Quellen die einzelnen Gebiete versorgt werden. Die Umgebung des Schultergelenkes bezieht ihre Hautnerven vorzugsweise von den Oberschlüsselbeinnerven (N. N. supraclaviculares), den vorderen Brustkastennerven (N. N. thoracici anteriores) und einzelnen Vorderzweigen der vier obersten Brustwirbelnerven, die Gegend der Achselhöhle außerdem noch von dem inneren und dem hinteren Hautnerven (N. N. cutanei brachii internus und posterior superior) und dem Achselnerven (N. axillaris), der Oberarm von den Oberschlüsselbeinnerven, den drei Hautnerven (N. N. cutanei brachii internus, medius externus und posterior), dem Achselnerven und den vier obersten Brustwirbelnerven, der Vorderarm von den drei zuerst genannten Hautnerven, dem Speichennerven (N. radialis) und dem Ellenbogennerven (N. ulnaris), die Hohlhand von dem äußeren Hautnerven des Armes, dem Mittelnerven (N. medianus) und dem Ellenbogennerven und der Handrücken von dem äußeren Hautnerven, dem Speichennerven und dem Ellenbogennerven. Während aber hierbei ein nicht unbedeutender Spielraum den einzelnen Abweichungen gestattet ist, pflegen die Finger beständigere Verhältnisse darzubieten. Der Mittelnerv versorgt nämlich die Haut der Volarflächen

des Daumens, des Zeige-, des Mittel- und des Ringfingers, der Ellenbogennerv beide Flächen des kleinen Fingers und des Ringfingers, so wie die Ulnarseite des Mittelfingers, der Speichennerv die Rückenfläche des Daumens, des Zeige- und zum Theil des Mittelfingers und der äußere Hautnerv die des Daumens. Eine Verletzung des Ellenbogennerven lähmt daher die Tastempfindlichkeit des kleinen Fingers, des Ringfingers und der Ulnarseite des Mittelfingers fast vollständig. Die Hautempfindung der anderen Finger dagegen hängt von einer größeren Zahl verschiedener Nervenstämme ab.

1265 Es kommt hin und wieder vor, daß zwei antagonistische Muskeln des Armes von zwei verschiedenen Nerven beherrscht werden. Es ereignet sich aber noch häufiger, daß ein und derselbe Hauptstamm seine Zweige an Muskelmassen von verschiedenartigen Thätigkeiten abgiebt. Eine einseitige unrichtige Stellung einzelner Theile der oberen Extremität hängt nur selten von dem Leiden eines peripherischen Nervenstammes ab. Die Ursache dieser Entstellung liegt meist in den Centralwerkzeugen des Nervensystemes, von denen, wie wir später sehen werden, die Beugung und die Streckung und die meisten anderen Lagenverhältnisse der Glieder bestimmt werden.

Der Ellenbogennerv und der Mittelnerv versorgen z. B. die Fingerbeuger und der Speichennerv die Fingerstrecker, dieser die Rückwärtswender und der Mittelnerv die Vorwärtswender der Hand. Der Anzieher des Daumens wird von dem Ellenbogen- und der kleine Abzieher von dem Mittelnerven beherrscht. Allein der Speichennerv kann nicht blos den großen Abzieher, sondern auch den Anzieher des Daumens mit Zweigen versehen. Der mittlere und der äußere Hautnerv des Armes verlaufen zu den Beugern und der Achselnerv zu den Streckern des Vorderarmes. Der Speichennerv versorgt jedoch nicht nur den dreiköpfigen (Triceps brachii), sondern auch den inneren Armmuskel (Brachialis internus). Zweige des Achselnerven verbreiten sich in die beiden runden Muskeln (Teretes major und minor), die auf den Oberarm in entgegengesetzter Weise wirken können. Der Speichennerv begiebt sich zu den Speichenstreckern (Extensores carpi radiales longus und brevis) und dem Ellenbogenstrecker (Extensor carpi ulnaris), die zwar in ihrem Einflusse auf die Streckung übereinstimmen, sich dagegen für die An- und die Abziehung der Hand entgegengesetzt verhalten. Die vielseitige und wechselnde Wirkung, deren die einzelnen Muskeln fähig sind, muß schon jede vollkommene Uebereinstimmung mit dem unveränderlichen anatomischen Verlaufe unmöglich machen.

Halten wir uns an die Bd. II. Abth. I. S. 313 gegebene Uebersichtstabelle und berücksichtigen hierbei nur die nicht in Parenthesen eingeschlossenen Hauptmuskeln, so ergiebt sich, daß das Schlüsselbein unter dem Einflusse der Halsnerven, des äußeren Astes des Beinerven, des großen Hinterhauptsnerven und des Rückennerven des Schulterblattes gehoben und unter dem der vorderen Brustkastennerven und zum Theil des Achselnerven und des Randnerven des Schulterblattes gesenkt werden kann. Das Schulterblatt vermag durch die Zweige der Halsnervenstämme der Oberschlüsselbeinnerven und des Rückennerven des Schulterblattes, so wie zum Theil durch die Nerven, welche den Kappenmuskel versorgen, in die Höhe und durch den großen Brust-, die unteren Hals- und die oberen Brustkastennerven nach abwärts zu gehen. Der obere und der untere Theil des Kappenmuskels sind wahrscheinlich noch im Stande, diese beiderseitigen Bewegungen zu unterstützen.

Die vorderen Brustkastennerven, der Achselnerv und der Oberschulterblattnerv betheiligen sich bei der Hebung, die vorderen Brustkastennerven, der Achselnerv, die Unterschulterblattnerven und zum Theil der Speichennerv bei der Senkung des Oberarmes. Die Drehung nach innen kann von den Unterschulterblattnerven, den vorderen Brustkastennerven und dem Achselnerven, und die nach außen von dem Oberschulterblattnerven und dem Achselnerven abhängen.

Nerven.	Muskeln.	Hauptthätigkeiten.
	Tibialis anticus. Peroneus tertius.	Beugung des Fußes und Hebung des inneren Fußrandes.
	Extensores hallucis longus und brevis. Extensores quatuor digitorum longu- und brevis.	Streckung der Zehen.
	(Interosseus dorsalis I.)	(Anziehung der zweiten Zehe.)
N. tibialis.	Gastrocnemius. (Popliteus.)	Beugung des Unterschenkels.
	Gastrocnemius. Soleus (Plantaris). (Tibialis posticus.)	Streckung der Ferse.
	Tibialis posticus.	Anziehung des inneren Fußrandes.
	Flexores hallucis longus und brevis. Flexores quatuor digitorum communes longus und brevis. (Adductor hallucis.) Quadratus Sylvii. Lumbricales.	Beugung aller Zehen.
	Abductor und Adductor hallucis.	An- und Abziehung der großen Zehe.
	Abductor digiti minimi.	Abziehung der kleinen Zehe.
	Interossei.	Anziehung oder Abziehung der einzelnen Zehen.

Hirnnerven. — **Wir begegnen hier zweierlei Hauptclassen von Nervenstämmen. Die einen vermitteln die eigenthümlichen Empfindungen der vier höheren Sinneswerkzeuge, das Riechen, das Sehen, das Hören und das Schmecken, die anderen dagegen die Tasteindrücke oder die Bewegungen der ihnen entsprechenden Körpergebilde. Das erste, das zweite, das achte und das neunte Nervenpaar gehören zu der ersten, die übrigen Hirnnerven dagegen zu der zweiten Abtheilung.** 4268

Die an lebenden oder an frisch getödteten Thieren angestellten Untersuchungen liefern auch hier die sicherste Grundlage der Erkenntniß. Da aber die Entfernung des Schädeldaches und die Bloßlegung der einzelnen Hirnnerven zu den grausamsten Eingriffen, denen ein lebendes Thier unterworfen werden kann, gehört, da die Geschöpfe, welche auf diese Weise behandelt werden, nur kurze Zeit fortleben, so hat man häufig den Versuch gemacht, einzelne Hirnnerven ohne die Oeffnung der Schädeldecke anzugreifen. Magendie bediente sich zuerst hierzu einer eigenen Vorrichtung, die unter dem Namen des Neurotoms bekannt ist. Fig. 343 (s. f. S.) zeigt uns die Formen desselben, welche ich zu gebrauchen pflege. Ein rundes Stilet *a* trägt ein beilförmiges und vorn zugespitztes Messerchen, das mit einer convexen Schneide versehen ist. Der Griff besitzt ein dem Rücken des Instrumentes entsprechendes Zeichen. Man sticht die Spitze von *b* Fig. 343 durch die Haut und die Schädelknochen eines jungen Kaninchens, Meerschweinchens oder Hundes oder einer kleinen Katze durch, rückt an der Schädelgrundfläche bis zu dem Orte, an dem der Nerv liegt, weiter vor, wendet den Griff so, daß die Schneide den Nervenstamm berührt und trennt diesen mit einigen kurzen und kräftigen Zügen durch. Da man hier auf ein bloßes Tappen beschränkt ist, so legt man sich am Zweckmäßigsten den geöffneten Schädel eines gleich großen Thieres zur Seite,

Nerven.	Muskeln.	Hauptthätigkeiten.
	Adductor pollicis.	Anziehung des Daumens.
	Abductor indicis.	Abziehung des Zeigefingers.
	Interossei.	Auseinanderspreizen der Finger.
N. medianus.	(Biceps brachii).	(Beugung des Vorderarmes.)
	Pronatores teres und quadratus.	Vorwärtsdrehung des Vorderarmes.
	Flexor carpi radialis (und ulnaris).	Beugung der Hand.
	Flexores quatuor digitorum sublimis und profundus. Flexores pollicis longus u. brevis. (Lumbricales.)	Beugung der fünf Finger.
	Abductor u. Opponens pollicis.	Abziehung und Drehung des Daumens nach innen.
N. radialis.	(Latissimus dorsi.)	Einwärtsrollung des Oberarmes.
	Brachialis internus.	Beugung des Vorderarmes.
	Triceps brachii.	Streckung des Vorderarmes.
	Supinatores longus u. brevis.	Rückwärtswendung des Vorderarmes.
	Flexor carpi radialis. Extensores carpi radiales longus und brevis.	Beugung und Abziehung der Hand.
	Extensores carpi radiales u. Extensor carpi ulnaris.	Streckung der Hand.
	Extensor digitorum communis. Extensores pollicis longus u. brevis, indicis und digiti minimi.	Streckung der Finger.
	Abductores indicis u. digiti minimi. Adductor u. Abductores pollicis longus u. brevis.	Abziehung des Daumens, des Zeigefingers und des kleinen Fingers und Anziehung des Daumens.

4266 Die in der Nähe des Schaamberges befindliche **Oberschenkelhaut** bezieht ihre Nervenfasern aus dem letzten Brustnerven und den Lendennerven, den Verzweigungen des Hüft- Beckennerven (N. ileo-hypogastricus), des Hüft- Lendennerven (N. ileo- inguinalis) und des gemeinschaftlichen Schaamnerven (N pudendus communis), die Gegend des Gesäßes dagegen aus den Lenden- und den Kreuzbeinnerven, dem oberen und dem unteren Gesäßnerven (N. glutaei superior und inferior), dem hinteren Hautnerven des Oberschenkels (N. cutaneus femoris posterior) und dem Hüftnerven (N. ischiadicus). Der vordere und der hintere Hautnerv des Oberschenkels (N. cutanei femoris anterior und posterior), der Schenkelnerv (N. cruralis), der Hüftlochnerv (N. obturatorius) und zum Theil der Hüftnerv (N. ischiadicus) versorgen die Haut der vorderen Fläche des

Oberschenkels, während die hintere Fläche ihre Hauptzweige vorzugsweise aus dem hinteren Hautnerven, dem Schenkel- und dem Hüftnerven empfängt. Die Umgebung des Kniees wird von dem vorderen und dem hinteren Schenkelhautnerven, dem Schenkel- dem Hüftloch- und dem Hüft- oder dem Schienbein- und dem Wadenbeinnerven (N. N. tibialis und peroneus), der Unterschenkel von diesen beiden letzteren Stämmen, dem hinteren Hautnerven, dem Schenkel- und dem Hüftlochnerv versehen. Der Schenkel-, der Wadenbein- und der Schienbeinnerv beherrschen zunächst den Fußrücken, während die Fußsohle vorzugsweise von dem Schienbeinnerven bestimmt wird. Er und der Wadenbeinnerv begeben sich zu den beiderseitigen Zehenflächen.

Der Hüftnerv, dem kein anderer Körpernerv an Umfang gleichkommt, enthält zwar einen sehr großen Theil der Empfindungsfasern des Beines und vorzugsweise des Unterschenkels und des Fußes. Es ergiebt sich aber aus dem eben Dargestellten, daß Schmerzen, die von dem Hüftlochnerven herrühren, mindestens bis zum Unterschenkel, und die, welche durch den Schenkelnerven bedingt werden, bis zu dem Fußrücken reichen können.

Da die Zweige des Hüftnerven fast alle Muskeln des Unterschenkels 4267
und des Fußes versorgen, so versteht es sich von selbst, daß hier die verschiedenartigsten Gegenfüßler ihre Bewegungsfasern aus jener gemeinschaftlichen Hauptquelle beziehen. Berücksichtigen wir aber auch nur den Schienbein- und den Wadenbeinnerven, so finden wir, daß sie sich bloß theilweise zu Muskeln, die einander entgegenarbeiten, begeben. Die größere Menge von Nervenstämmen, die sich in dem Oberschenkel verbreiten, begünstigt eher eine physiologische Sonderung. Sie ist aber auch hier nicht im Stande, in allen Fällen durchzugreifen.

Der Schienbeinnerv beherrscht z. B. die Beuger und der Wadenbeinnerv die Strecker der Zehen, jener den hinteren und dieser den vorderen Schienbeinmuskel. Allein beide begeben sich zu den Wadenmuskeln. Die Beuger des Unterschenkels hängen von dem Hüftnerven und die Strecker von dem Schenkelnerven ab. Der große Anzieher empfängt eine Fasern aus dem Hüftnerven und dem Hüftlochnerven. Die Beuger des Hüftgelenkes hängen von den Vorderästen der Lendennerven, dem äußeren Schaamnerven, dem Schenkelnerven und bisweilen dem äußeren Hautnerven, die Strecker dagegen von den Gesäßnerven, dem Hüft- oder dem Hüftlochnerven ab. Der obere Gesäßnerv, der Schenkel- und der Hüftnerv versorgen Muskelmassen, die den Schenkel nach innen, und andere, die ihn nach außen wenden.

Berücksichtigen wir wiederum die Bd. II. Abth. I. S. 327 gegebene Uebersichtstabelle, so hängt die Beugung des Oberschenkels vorzugsweise von den Vorderästen der Lendennerven, dem äußeren Schaamnerven, dem Schenkelnerven und zum Theil bisweilen von dem vorderen Schenkelhautnerven, die Streckung dagegen von den Gesäßnerven und dem Hüftgeflechte überhaupt ab. Der Hüftlochnerv, der Hüftnerv und der Schenkelnerv verlaufen zu den Anziehern, die Gesäßnerven und der Schenkelnerv zu den Abziehern und zu den Einwärtsrollern, der Hüftlochnerv, der Hüftnerv und die Gesäßnerven zu den Auswärtsrollern. Der Stamm des Hüftnerven und der Wadenbeinnerv begeben sich zu den Beugern, der Schenkelnerv dagegen zu den Streckern des Unterschenkels. Seine Wendung nach innen hängt von dem Hüftnerven und dem Hüftlochnerven und die nach außen von dem Hüftnerven ab. Der Wadenbeinnerv beherrscht in der Regel die Beuger, er und der Schienbeinnerv dagegen die Strecker des Fußes, während die Beugung der Zehen von diesem und die Streckung von jenem Nervenstamme geleitet wird. Der Wadenbeinnerv versorgt überdies die Muskeln, welche den Fuß nach innen und die, welche ihn nach außen wenden, und der Schienbeinnerv eben so gut den Anzieher, als den Abzieher der großen Zehe.

Stellen wir uns die vorzüglichsten Nervenstämme, welche die Muskeln des Beines beherrschen, ihren physiologischen Einflüssen nach übersichtlich zusammen, so finden wir:

Nerven.	Muskeln.	Hauptthätigkeiten.
(N. ileo-inguinalis.)	(Psoas major.)	(Beugung des Oberschenkels.)
N. pudendus externus.	Psoas major.	Beugung des Oberschenkels.
Vordere Aeste der Lendennerven.	Psoas major (und minor).	desgl.
(N. cutaneus femoris anterior.)	(Psoas major und minor. Iliacus internus.)	desgl.
N. cruralis.	Psoas major und minor. Iliacus internus. (Sartorius.)	desgl.
	(Pectineus und Tensor fasciae latae.)	Anziehung u. Abziehung des Oberschenkels.
	Gracilis.	Bewegung des Unterschenkels nach innen.
	Rectus femoris. Vasti externus u. internus. Cruralis. (Sartorius.)	Streckung des Unterschenkels.
	(Flexor brevis hallucis.)	(Beugung der großen Zehe.)
N. obturatorius.	(Psoas major und minor. Pectineus.)	(Beugung des Oberschenkels.)
	Adductores longus, brevis u. magnus.	Anziehung des Oberschenkels.
	Obturatores internus u. externus.	Drehung des Oberschenkels nach außen und hinten.
	Gracilis.	Bewegung des Unterschenkels nach innen.
N. glutaeus superior.	Glutaei maximus medius und minimus.	Streckung, Abziehung und Wendung des Oberschenkels nach außen.
	Tensor fasciae latae.	Abziehung und Einwärtsrollung des Oberschenkels.
N. glutaeus inferior.	Glutaeus maximus.	Streckung und Auswärtsrollung des Oberschenkels.
Einfacher Hauptstamm des N. ischiadicus.	Gemelli. Piriformis. Obturator internus. Quadratus femoris.	Drehung des Oberschenkels nach außen und hinten.
	Adductor magnus.	Anziehung des Oberschenkels.
	Obturator internus. Caput longum bicipitis. Semitendinosus. Semimembranosus.	Streckung des Oberschenkels.
N. peroneus.	Biceps, Semitendinosus. Semimembranosus (Popliteus.)	Beugung des Unterschenkels.
	Biceps femoris. (Popliteus) (Gastrocnemius) (Soleus).	Beugung des Unterschenkels.
	Biceps femoris.	Drehung des Unterschenkels nach außen.
	Gastrocnemius (Soleus) (Plantaris).	Streckung der Ferse.
	Peronei longus und brevis.	Wendung der Fußsohle nach außen.
	Peronei longus, brevis und tertius.	Drehung des Innenrandes der Fußsohle nach unten.

Nerven.	Muskeln.	Hauptthätigkeiten.
	Tibialis anticus. Peroneus tertius.	Beugung des Fußes und Hebung des inneren Fußrandes.
	Extensores hallucis longus und brevis. Extensores quatuor digitorum longu- und brevis.	Streckung der Zehen.
	(Interosseus dorsalis I.)	(Anziehung der zweiten Zehe.)
N. tibialis.	Gastrocnemius. (Popliteus.)	Beugung des Unterschenkels.
	Gastrocnemius. Soleus (Plantaris). (Tibialis posticus.)	Streckung der Ferse.
	Tibialis posticus.	Anziehung des inneren Fußrandes.
	Flexores hallucis longus und brevis. Flexores quatuor digitorum communes longus und brevis. (Adductor hallucis.) Quadratus Sylvii. Lumbricales.	Beugung aller Zehen.
	Abductor und Adductor hallucis.	An- und Abziehung der großen Zehe.
	Abductor digiti minimi.	Abziehung der kleinen Zehe.
	Interossei.	Anziehung oder Abziehung der einzelnen Zehen.

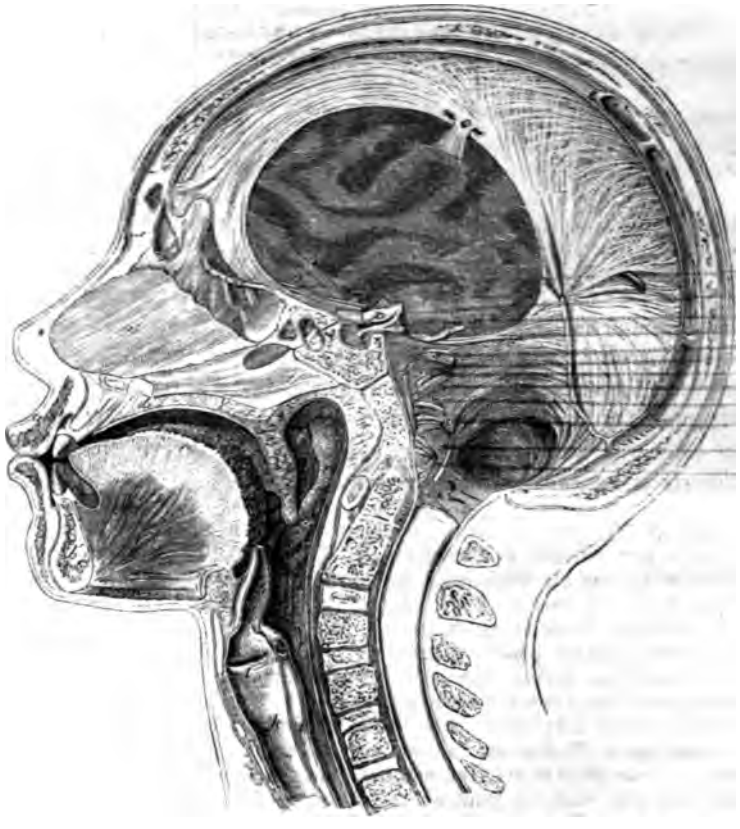
Hirnnerven. — **Wir begegnen hier zweierlei Hauptclaſſen von** 4268
Nervenſtämmen. Die einen vermitteln die eigenthümlichen Empfindungen der vier höheren Sinneswerkzeuge, das Riechen, das Sehen, das Hören und das Schmecken, die anderen dagegen die Taſteindrücke oder die Bewegungen der ihnen entſprechenden Körpergebilde. Das erſte, das zweite, das achte und das neunte Nervenpaar gehören zu der erſten, die übrigen Hirnnerven dagegen zu der zweiten Abtheilung.

Die an lebenden oder an friſch getödteten Thieren angeſtellten Unterſuchungen liefern auch hier die ſicherſte Grundlage der Erkenntniß. Da aber die Entfernung des Schädeldaches und die Bloßlegung der einzelnen Hirnnerven zu den grauſamſten Eingriffen, denen ein lebendes Thier unterworfen werden kann, gehört, da die Geſchöpfe, welche auf dieſe Weiſe behandelt werden, nur kurze Zeit fortleben, ſo hat man häufig den Verſuch gemacht, einzelne Hirnnerven ohne die Oeffnung der Schädeldecke anzugreifen. Magendie bediente ſich zuerſt hierzu einer eigenen Vorrichtung, die unter dem Namen des Neurotoms bekannt iſt. Fig. 343 (ſ. f. S.) zeigt uns die Formen deſſelben, welche ich zu gebrauchen pflege. Ein rundes Stilet *a* trägt ein beilförmiges und vorn zugeſpitztes Meſſerchen, das mit einer converen Schneide verſehen iſt. Der Griff beſitzt ein dem Rücken des Inſtrumentes entſprechendes Zeichen. Man ſticht die Spitze von *b* Fig. 343 durch die Haut und die Schädelknochen eines jungen Kaninchens, Meerſchweinchens oder Hundes oder einer kleinen Katze durch, rückt an der Schädelgrundfläche bis zu dem Orte, an dem der Nerv liegt, weiter vor, wendet den Griff ſo, daß die Schneide den Nervenſtamm berührt und trennt dieſen mit einigen kurzen und kräftigen Zügen durch. Da man hier auf ein bloßes Tappen beſchränkt iſt, ſo legt man ſich am Zweckmäßigſten den geöffneten Schädel eines gleich großen Thieres zur Seite,

Fig. 343. um die schwierige Bahn mit mehr Sicherheit zu verfolgen und die nöthige Entfernung desto eher zu treffen. Longet [1]) ließ sogar eine beiderseitige Schraubenvorrichtung, mittelst der man den nöthigen Abstand an dem todten Schädel von vorn herein feststellt, an dem von ihm gebrauchten Rennetom anbringen. Will man seine Untersuchungen an größeren oder an älteren Thieren anstellen, will man die einzelnen Wurzeln der Rückenmarksnerven in ähnlicher Weise durchschneiden, so nimmt man ein größeres und stärkeres Messer, dessen Klinge in c Fig. 343 abgebildet worden. Ein Hauptübelstand, der alle diese Bemühungen begleitet, besteht darin, daß man leicht größere Gefäße verletzt und störende Blutungen herbeiführt, oder daß man die Centraltheile des Nervensystems selbst an einzelnen unpassenden Stellen auf dem Zwischenwege angreift. Sorgfältige Leichenöffnungen müssen daher immer den wahren Werth der gemachten Erfahrungen genauer feststellen.

4269 I. **Geruchsnerv** (N. olfactorius) (Fig 344. *o.*). Die Riechnerven eines lebenden Säugethieres oder Vogels können ohne die geringsten Schmerzenszeichen verletzt werden. Hat

Fig. 344.



[1]) F. A. Longet, Anatomie et Physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux vertébrés. Tome II. Paris 1842. 8. pag. 158. 59.

m beide Geruchsnerven zerstört, so geht die Fähigkeit, die blo-
e Geruche aufzufassen, verloren. Es erhält sich dagegen die Tast-
pfindlichkeit der Nase unversehrt. Hunde, welche auf diese Weise
stümmelt worden, achteten nicht mehr auf die in Papier gewickel-
Fleischmassen, die ihnen Magendie vorgeworfen hatte. Kaninchen,
lche früher den Leichnam eines anderen frischgetödteten Kaninchens
chnüffelten, unterließen dieses, nachdem ich ihre Riechnerven ohne
rletzung des Gehirns durchschnitten hatte. Berührt oder kratzt man
gegen die Schleimhaut der Nase mit einem spitzen Drathe, so lehren
Gegenbewegungen des Thieres, daß diese Art von Eindrücken deut-
aufgefaßt wird. Kaninchen und Tauben, deren Riechnerven verletzt
rden, fliehen noch die Dämpfe des Ammoniaks oder der Essigsäure,
il diese Körper auf die Tastnerven chemisch einwirken. Kommen die
inste jener Verbindungen mit anderen sehr empfindlichen Oberflächen
Berührung, so wiederholen sich ähnliche Widerstandserscheinungen.

Man kann auch den gleichen Unterschied zwischen der eigentlichen
ech- und der Tastempfindung in dem Menschen nachweisen. Es giebt
ute, die den Moschus nicht riechen, das Ammoniak aber sogleich erken-
n. Personen, deren dreigetheilter Nerv gelähmt ist, haben die Geruchs-
pfindung nicht verloren.

Will man sich von der Unfähigkeit der Riechnerven, Schmerzenseindrücke zu vermit-
n, überzeugen, so kann man den Schädel eines Kaninchens öffnen, die Großhirnhemi-
ären emporheben und dann die Geruchsnerven unmittelbar angreifen. Die Thiere ver-
ten sich hierbei völlig ruhig. Da sie ähnliche Verletzungen, die andere empfindliche
rnnerven treffen, mit Schreien oder mit heftigen Gegenbewegungen beantworten, so
rf man schon hieraus schließen, daß die vorangegangenen Qualen die Unempfindlichkeit
ht bedingt haben.

Will man die Bloßlegung des Gehirns vermeiden, so macht man nur den vorderen
d den mittleren Theil des Stirnbeines frei, entfernt die Knochenmasse desselben in dem
thigen Umfange, geht mit einem Messer in die Tiefe, bis man an die gegenüberstehende
ochenwand anstößt und fährt mit der Schneide hin und her, bis man sicher zu sein
ubt, daß man die Nerven vollständig getrennt hat. Diese Verwundung erzeugt eine
r unbedeutende Blutung, die von selbst oder nach Anwendung von kaltem Wasser
ll steht.

Hat man den Riechnerven getrennt, so kann man den mit dem Gehirn in Verbin-
ng stehenden Abschnitt desselben drücken, ohne daß das Thier Schmerzenszeichen von
giebt.

Eine Reihe von Krankheitsfällen, in denen der Mangel der Geruchsnerven oder die
rstörung derselben durch Geschwülste und andere Entartungen die Riechempfindung auf-
hoben hatte, findet sich in D. F. Eschricht: De functionibus nervorum faciei et
factus organi. Hafniae 1825. 8. p. 54. De functionibus nervorum p. 11, und F.
Longet: Anatomie et Physiologie du système nerveux de l'homme et des ani-
aux vertébrés. Tome II. Paris 1842. 8. p. 37—41.

Prüft man die pathologischen Erfahrungen genauer, so kann keine von denen, in
lchen der dreigetheilte Nerv gelähmt war, mit Sicherheit beweisen, daß dieser Nerven-
mm wahre Geruchsempfindungen vermittelt. Man sagt in der Regel, daß Menschen,
lche die Tastempfindlichkeit ihrer Nasenschleimhaut verloren haben, die Dämpfe des Am-
niaks gar nicht bemerken. Da sie jedoch nicht bloß ätzend wirken, sondern auch einen
sondern, wenn auch schwachen Geruch darbieten, so muß eine abermalige Prüfung je-
s Ausspruches den Werth dieser Behauptung genauer feststellen.

4270 II. Sehnerv (N. opticus) (Fig. 344 *p*.). — Legt man diesen Nervenstamm an der Schädelgrundfläche lebender Kaninchen bloß und durchschneidet ihn dann der Quere nach, so geben die Thiere keine Schmerzenslaute von sich. Es kommt dagegen vor, daß Widerstandsbewegungen nachfolgen. Diese Erscheinung beweist nicht nothwendigerweise die Anwesenheit von schmerzempfindenden Fasern. Sie kann vielmehr aus der Auffassung der dann entstehenden subjectiven Feuerbilder erklärt werden. Sticht man den Nerven nur an, so scheint es das Kaninchen nicht zu bemerken. Es ist hierbei gleichgültig, ob man den Stamm vor oder hinter dem Chiasma verletzt. Tauben führen zu ähnlichen Ergebnissen.

4271 Rottet man den Augapfel eines Menschen aus, so empfindet dieser keinen Schmerz, so wie man den Sehnerven allein mit der Scheere durchschneidet. Ich beobachtete dieses wenigstens in einem Falle, in dem vorher die Nachbartheile losgetrennt worden waren. Obwohl der Sehnerv und die Netzhaut vollkommen gesund erschienen, so wollte doch die Person keine Feuerscheinungen wahrgenommen haben. Andere Forscher bemerkten dagegen subjective Flammenbilder unter den gleichen Verhältnissen.

Versucht man den Sehnerven eines lebenden Kaninchens mit dem Neurotom in der Schädelhöhle zu durchschneiden, so dringt man vor dem Ohre ein, geht der Hinterwand der Augenhöhlen entsprechend nach innen, wendet die Klinge nach unten und trennt den Sehnerven mit einigen kräftigen Zügen durch. Eine dann eintretende tödtliche Blutung macht diesen schwierigen Versuch häufig vergeblich. Bemüht man sich, den Sehnerven in der Augenhöhle anzugreifen, so durchbohrt man die Bindehaut an dem Ende des Orbitalrandes des Stirnbeines zwischen dem Augapfel und dem oberen Augenlide, führt das Neurotom längs der äußeren und hinteren Wand der Augenhöhle nach hinten und innen zu fort, dringt so bis zu dem Sehnervenloche vor und durchschneidet den Sehnerven, der sich durch seinen geringeren Gegendruck dem Gefühle verräth. Dieser Eingriff ist weniger lebensgefährlich. Wird auch dabei nicht selten die Augenpulsader verletzt, so bewirkt die Blutung doch nur, daß der Augapfel etwas mehr hervortritt. Die Thiere können aber die Verwundung Monate lang überleben. Die Ergebnisse, welche dieses zweite Verfahren liefert, fallen dafür nicht selten schwankender aus, weil auch oft andere empfindende Nervenstämme, die in der Augenhöhle verlaufen, gedrückt oder zerrissen werden.

4272 Sticht man die Netzhaut eines Kaninchens, ohne daß ein Zweig eines Ciliarnerven getroffen wird, an, so bemerkt man keine Schmerzensäußerungen. Magendie fand, daß auch die Retina des lebenden Menschen ohne irgend ein unangenehmes Gefühl verwundet werden kann.

Es versteht sich von selbst, daß die Lähmung oder die Zerstörung der Netzhaut, des Sehnerven oder der ihm entsprechenden Centralwerkzeuge Blindheit nach sich zieht. Die Augenheilkunde bezeichnet diesen Zustand mit dem Namen der Amaurose. Die Gesichtsschwäche, die aus einer unvollkommenen Thätigkeit der genannten Nervengebilde hervorgeht, heißt die Amblyopie. Beide Arten von Leiden gehen wahrscheinlich aus materiellen Veränderungen der Elemente der Gesichtsnerven hervor [1]). Da sich aber die feineren Gewebtheile der Netzhaut kurze Zeit nach dem Tode wesentlich ändern, so wird man nur selten Gelegenheit haben, die zarteren Entartungen aus menschlichen Leichen kennen zu lernen. Die Ursache der Krankheit liegt auch häufig nicht ursprünglich in der Netzhaut selbst, sondern in den Ausschwitzungen, welche die regelwidrigen Verhältnisse der Nachbartheile herbeiführen.

[1]) Vergl. Ruete, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III Abth. II. Braunschweig 1848. 8. S. 316.

häufig die Größe der Pupille kürzere oder längere Zeit nach dem Tode von selbst ändert, so sind hier Täuschungen leicht möglich. Es ereignet sich bisweilen, daß sich die Pupille von Hunden, Katzen, Pferden, Kaninchen oder Tauben verengert, so wie man den Stamm des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven drückt oder die Weichgebilde in der Gegend, in welcher der Augenknoten liegt, ausschneidet[1]). Ließ Ed. Weber[2]) den Rotationsapparat auf den gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven von Kaninchen einwirken, so bemerkte er, daß sich das Sehloch allmählig erweiterte und nach dem Aufhören des Reizes eine Zeit lang in diesem Zustande verharrte. Sehr entscheidende Ergebnisse lieferte mir in dieser Hinsicht ein 3 bis 4 wöchentliches Albino-Kaninchen. Legte ich die Dräthe des Magnetelektromotors an den gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven, da wo er an der Schädelgrundfläche nach der Entfernung des Gehirns frei lag, so erweiterte sich die Pupille so rasch, daß man die Verschmälerung der Regenbogenhaut mit freiem Auge deutlich zu verfolgen im Stande war. Diese Wirkung beschränkte sich nur auf das Gesichtswerkzeug der gleichen Seite. Man konnte aber den Versuch mit dem gleichen Erfolge ungefähr 6 bis 8 Mal wiederholen. Hatte die Wirkung des Magnetelektromotors aufgehört, so kehrte die Pupille binnen Kurzem zu ihrer frühern Kleinheit zurück. Legte man die Elektroden an das Auge selbst an, so erhielt man ähnliche Wirkungen. Brachte man sie dagegen an den äußeren Augenmuskelnerven, so erweiterte sich das Sehloch im Anfange in merklich geringerem Grade und langsamer, als unter dem Einflusse des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven. Dieser behauptete auch seinen Einfluß für einen beträchtlicheren Zeitraum, als der sechste Hirnnerv.

IV. Rollmuskelnerv (N. patheticus s. trochlearis) (Fig. 344 r). 4282
Oeffnet man die Augenhöhle von frisch getödteten Hunden, Katzen und Kaninchen, legt den Rollmuskelnerven in der Schädelhöhle bloß und drückt diesen mit der Pincette zusammen, so verkürzt sich nur der obere schiefe Augenmuskel (Obliquus superior). Ließ Longet[3]) einen galvanischen Strom auf den Nervenstamm der einen Seite einwirken, so schien sich die Hornhaut nach oben und außen zu wenden. Galvanisirte er die beiden Rollmuskelnerven gleichzeitig, so stellte sich ein merkliches Schielen nach außen ein. Die Hornhaut verrückte sich dabei in geringem Grade nach oben und außen.

Es läßt sich schwer entscheiden, ob der Rollmuskelnerve nur bewe- 4283
gende Fasern enthält oder nicht. Durchschnitt ihn Magendie[4]) nach Entfernung des großen Gehirns in einem lebenden Kaninchen, so gab das Thier keine Aeußerungen des Schmerzes von sich. Versucht man den Nerven bei unversehrter Schädelhöhle mit dem Neurotom zu trennen, so

[1]) De functionibus nervorum p. 18. Radcliffe Hall in the Edinburgh medical and Surgical Journal 1846. pag. 364. 66. 70. 78. Volkmann, in Müller's Archiv. 1845. S. 418.
[2]) Ed. Weber, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abth. II. Braunschweig 1846. 8. S. 32.
[3]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 397.
[4]) Magendie, a. a. O. S. 233.

Grundfläche des Schädels und dem Gehirn dahingleitet. Wird dagegen der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv gedrückt, so schreien sie laut auf und wehren sich auf das Lebhafteste. Die Aeußerungen des Schmerzes vergrößern sich während der Durchschneidung des Nervenstammes. Ist diese vollführt, so beruhigt sich das Thier nach einigen Augenblicken. Dieser Versuch deutet darauf hin, daß die in der Schädelhöhle verlaufende Abtheilung der gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven nicht bloß bewegende, sondern auch empfindende Fasern enthält. Man kann jedoch einwenden, daß vielleicht das Neurotom empfindliche Stellen, die an der Grundfläche des Gehirns liegen, berührt hat oder daß Nachbartheile, an denen der dreigetheilte Nerv dahingeht, gleichzeitig gezerrt wurden.

Will man dieses Versuchsverfahren durchführen, so dringt man mit dem Neurotom, dessen Messer wagerecht gehalten wird, dicht vor dem Ohre in der Höhe der Schädelgrundfläche durch die Haut und den Knochen vor, rückt an jener bis zu dem deutlich fühlbaren Keilbeinkörper weiter, senkt dann den Griff und hebt auf diese Weise das vordere Ende des Instrumentes. Man stößt es hierauf noch eine kurze Strecke weiter und trennt endlich den gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven, nachdem man die Schneide des Messers nach unten gekehrt hat. Hat man selbst den präparirten Schädel eines anderen Kaninchens zur Hand und ist man auch noch so geübt, so ereignet es sich doch nicht selten, daß die Hirncarotis verletzt und eine störende Blutung herbeigeführt wird. Das Thier bekommt bald Krämpfe, die oft in den Hinterfüßen mit großer Heftigkeit auftreten. Es dreht sich bisweilen im Kreise herum. Es leidet häufig an allgemeinen Zuckungen. Der Kopf wird gewaltsam nach hinten gebogen. Klonische und tonische Krämpfe wechseln mit einander. Der leiseste Hautreiz bedingt einen Sturm von Muskelverkürzungen. Das Thier athmet immer beschwerlicher, tiefer und seltener. Die Bauchdecken zittern lebhafter und das Kaninchen stirbt endlich unter diesen Zeichen. Allgemeine Zuckungen ergreifen es noch bisweilen im Todeskampfe.

1275 Ein von Magendie[1]) beschriebener Versuch unterstützt die Ansicht, daß der gemeinschaftliche Augenmuskelnerv nicht rein motorisch, sondern gemischt ist. Hatte er die Schädeldecke und die Hirnlappen eines lebenden Kaninchens entfernt und sah er den gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven vor dessen Eintritt in die Augenhöhle an, so machte das Thier eine Gegenbewegung. Longet[2]) scheint die ursprüngliche Empfindlichkeit dieses Nervenstammes zu bezweifeln, weil dessen Fasern aus der Verlängerung der vorderen und der seitlichen Stränge entspringen und sich daher wie die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven verhalten. Wir werden aber in der Folge sehen, daß wir die Gehirnschenkel, aus denen die gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven hervortreten, zu denjenigen Hirntheilen, deren Verletzung Schmerzen erregt, rechnen müssen.

1276 Da sich die Aeste der gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven mit Zweigen des dreigetheilten Nerven mehrfach verbinden, so empfangen sie wahrscheinlich durch diese neue Empfindungsfasern. Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, die Theile, in welchen diese endigen, mit Sicherheit anzugeben. Die Gehirnnerven, deren Reizung Schmerz verursacht, erhalten jedenfalls eine gewisse Menge von ihnen.

1) Magendie, Vorlesungen über das Nervensystem und seine Krankheiten. Uebersetzt von Kilian. Leipzig 1841. S. S. 233.
2) Longet, a. a. O. Tome II. pag. 81.

...ervenstamm nur gedrückt oder unvollständig durch-
... verletzt oder eine starke Blutung angeregt

... so gelingt die Durchschneidung des dreigetheil-
... leicht. Man ist jedoch immer der Ge-
... stellt das Messer des Neurotoms
... Ebene der halben Höhe der Augen-
... es so, daß das Messer nach un-
... die Durchgangsfalte, welche
... Man hebt jetzt die Spitze
... herauf den dreigetheilten Ner-
... etwas weiter nach vorn, so trifft
... dreigetheilten Nerven.
... otis, so daß eine tödtliche Blutung den
... die Zeichen, die schon bei Gelegenheit des
... geführt worden sind (S. 366), hervor. Ma-
... er die Schädelhöhle öffnete, die Halbkugeln des
... Bluterguß so sehr als möglich zu entfernen suchte.
... daß die benachbarten Hirntheile, z. B. der entsprechende
... rücke verletzt werden. Diese Verwundungen pflegen sich da-
... das Thier im Kreise dreht oder daß es hinfällt und sich dann
... wälzt. Ich habe nur den zuerst genannten Fall hin und wieder
... [2]) führt noch an, daß er bisweilen das Felsenbein junger Ka-
... starken Druck des Instrumentes gesprengt und auf diese Weise den
... Gehörnerven zerrissen oder zerdrückt habe. Dieser Uebelstand ist
... Versuche vorgekommen.

... dreigetheilten Nerven eines Kaninchens größtentheils 4287
... durchschnitten, so verkleinert sich das Sehloch des Auges
... Seite in beträchtlichem Grade. Sein Umfang erreicht
... Größe eines Stecknadelknopfes. Die Schwankungen
... gesunden Auges oder der Lichtwechsel, der das kranke
... Verengerung des Sehloches nicht auf. Haben sich später
... Hornhaut und Ausschwitzungen an der Regenbogenhaut
... vorderen Augenkammer gebildet, so kann man in geeigneten
... Fällen bemerken, daß die Pupille einen auffallend geringen Umfang dar-
... bietet. Ich sah diesen bis zum Tode des Thieres fortdauern.

Die Erfahrungen von Magendie stimmen mit der eben erwähnten, nach eigener Anschauung entworfenen Darstellung überein. Longet [3]) giebt dagegen an, daß die Verkleinerung der Pupille später aufhört. Sie erweitert sich nach Schiff [4]) in Kaninchen einige Zeit nach der Nervendurchschneidung, verengert sich aber von Neuem, so wie die Ernährungsstörungen des Auges auftreten. Frösche und Kröten dagegen bieten eine bleibende Umfangsverminderung des Sehloches nach jenem Forscher dar.

Wir werden in der Folge finden, daß ähnliche Erscheinungen wie im 4288
Kaninchen, auch in Menschen, deren dreigetheilter Nerv gelähmt ist, in einzelnen Fällen wiederkehren. Das Sehloch von Hunden und von Katzen

[1]) Eschricht, a. a. O. p. 40.
[2]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 159.
[3]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 161.
[4]) Schiff, in F. de Meyer, Diss. sistens paralyseos Nervi trigemini casum. Francofurti ad Moenum. 1847. 8. pag. 16. 17.

ereignet es sich bisweilen, daß die Thiere laut aufschreien. Dieses Zeichen ist aber gerade deshalb verdächtig, weil die lebhaften Schmerzensäußerungen in keinem Verhältnisse zu dem kleinen und unzweifelhaft größtentheils motorischen Nervenstamme zu stehen pflegen. Man muß daher vermuthen, daß dann immer der benachbarte dreigetheilte Nerv gleichzeitig gezerrt wird.

Der Gedanke, daß die beiden schiefen Augenmuskeln den Augapfel radförmig drehen und daß auf diese Weise das Doppeltsehen bei den Neigungen des Kopfes vermieden werde (§. 3304), hat sich auch für die krankhaften Verhältnisse des Rollmuskelnerven geltend gemacht. Man schloß nämlich, daß eine Lähmung dieses Nerven an einer Seite vorhanden sei, weil sich die Zeichen des Doppeltsehens und des sogenannten Radschielens einfanden [1]). Die Bemerkungen und Zweifel, die schon in dieser Beziehung Bd. II. Abth. II. S. 42 angeführt worden, machen es aber jedenfalls wünschenswerth, daß die Krankheitsbeobachtungen und die Ergebnisse der Leichenöffnung diesen Gegenstand sicherer feststellen mögen.

4284 Dreigetheilter Nerv (N. trigeminus) (Fig. 344 s.). — Kein Schädelnerv eignet sich so sehr für die Anwendung des Neurotoms, als der dreigetheilte Nerv. Man kann ihn in Kaninchen, in Meerschweinchen, in jungen Hunden oder Katzen völlig durchschneiden, ohne daß immer das Leben des Thieres unmittelbar gefährdet wird. Da es in glücklichen Fällen längere Zeit fortdauert, so hat man auf diese Weise die Gelegenheit, eine Reihe von Erscheinungen, welche auch die Krankheitsbeobachtungen für den Menschen bestätigen, künstlich hervorzurufen.

4285 Oeffnet man den Schädel eines Kaninchens, hebt die Großhirnhemisphären empor und trennt den Stamm des dreigetheilten Nerven, so schreit das Thier in demselben Augenblicke laut auf [2]). Hat man selbst den oberen Theil der Halbkugeln des großen Gehirns oder sogar noch die Streifenhügel oder die Sehhügel abgetragen, so hören die Klagetöne keineswegs auf.

4286 Versucht man den Nerven bei unverletzter Schädelhöhle mit dem Neurotom in dem Kaninchen anzugreifen, so verhält sich das Thier vollkommen ruhig, so lange das Messer an der Grundfläche des Schädels dahingleitet. Berührt man dagegen die Hirnhautfalte, durch welche der dreigetheilte Nerv hindurchgeht, drückt oder durchschneidet man diesen, so kommen die gellendsten und anhaltendsten Töne zum Vorschein. Es ist mir nie begegnet, daß Kaninchen so heftig schrieen, als ich irgend einen anderen Hirnnerven verletzte. Ist der Nerv vollkommen durchschnitten worden und haben keine Nebenverletzungen den Versuch gestört, so beruhigt sich das Thier nach einiger Zeit. Das Schreien kehrte auch nicht in der Folge in den von mir angestellten Beobachtungen von selbst wieder. Es ereignet sich bisweilen, daß das Winseln des Kaninchens fortdauert, wenn selbst das Neurotom aus dem Schädel entfernt worden. Man findet aber

[1]) Szokalski u. Sichel, bei Longet, a. a. O. Tome II. pag. 398 — 400.
[2]) Vergl. z. B. D. F. Eschricht: De functionibus nervorum faciei et olfactus organi. Hafniae 1825. 8. p. 42 — 49.

dann später, daß der Nervenstamm nur gedrückt oder unvollständig durchschnitten, daß ein Hirntheil verletzt oder eine starke Blutung angeregt worden ist.

Hat man die nöthige Uebung erlangt, so gelingt die Durchschneidung des dreigetheilten Nerven bei ungeöffnetem Schädel ziemlich leicht. Man ist jedoch immer der Gefahr einer störenden Blutung ausgesetzt. Man stellt das Messer des Neurotoms wagerecht, sticht es vor dem Ohre ungefähr in der Ebene der halben Höhe der Augenhöhle durch die Haut und die Knochenmasse durch, dreht es so, daß das Messer nach unten sieht und dringt an der Schädelgrundfläche vor, bis man die Durchgangsfalte, welche die harte Hirnhaut für den dreigetheilten Nerven bildet, fühlt. Man hebt jetzt die Spitze des Instrumentes, schiebt sie etwas nach innen und trennt hierauf den dreigetheilten Nerven mit einigen kräftigen Zügen durch. Hält man sich etwas weiter nach vorn, so trifft man bisweilen nur vorzugsweise den ersten Ast des dreigetheilten Nerven.

Man verletzt hierbei nicht selten die Hirncarotis, so daß eine tödtliche Blutung den Versuch unbrauchbar macht. Es treten dann die Zeichen, die schon bei Gelegenheit des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven angeführt worden sind (S. 366), hervor. Magendie [1]) beseitigte sie dadurch, daß er die Schädelhöhle öffnete, die Halbkugeln des großen Gehirns emporhob und den Bluterguß so sehr als möglich zu entfernen suchte.

Es ereignet sich bisweilen, daß die benachbarten Hirntheile, z. B. der entsprechende Großhirnschenkel oder die Brücke verletzt werden. Diese Verwundungen pflegen sich dadurch zu verrathen, daß sich das Thier im Kreise dreht oder daß es hinfällt und sich dann um seine Längenachse wälzt. Ich habe nur den zuerst genannten Fall hin und wieder wahrgenommen. Longet [2]) führt noch an, daß er bisweilen das Felsenbein junger Kaninchen durch den zu starken Druck des Instrumentes gesprengt und auf diese Weise den Antlitznerven nebst dem Gehörnerven zerrissen oder zerdrückt habe. Dieser Uebelstand ist mir in keinem meiner Versuche vorgekommen.

Hat man den dreigetheilten Nerven eines Kaninchens größtentheils 4287
oder gänzlich durchschnitten, so verkleinert sich das Sehloch des Auges der entsprechenden Seite in beträchtlichem Grade. Sein Umfang erreicht binnen Kurzem die Größe eines Stecknadelknopfes. Die Schwankungen der Pupille des gesunden Auges oder der Lichtwechsel, der das kranke trifft, heben jene Verengerung des Sehloches nicht auf. Haben sich später Trübungen der Hornhaut und Ausschwitzungen an der Regenbogenhaut und in der vorderen Augenkammer gebildet, so kann man in geeigneten Fällen bemerken, daß die Pupille einen auffallend geringen Umfang darbietet. Ich sah diesen bis zum Tode des Thieres fortdauern.

Die Erfahrungen von Magendie stimmen mit der eben erwähnten, nach eigener Anschauung entworfenen Darstellung überein. Longet [3]) giebt dagegen an, daß die Verkleinerung der Pupille später aufhört. Sie erweitert sich nach Schiff [4]) in Kaninchen einige Zeit nach der Nervendurchschneidung, verengert sich aber von Neuem, so wie die Ernährungsstörungen des Auges auftreten. Frösche und Kröten dagegen bieten eine bleibende Umfangsverminderung des Sehloches nach jenem Forscher dar.

Wir werden in der Folge finden, daß ähnliche Erscheinungen wie im 4288
Kaninchen, auch in Menschen, deren dreigetheilter Nerv gelähmt ist, in einzelnen Fällen wiederkehren. Das Sehloch von Hunden und von Katzen

[1]) Eschricht, a. a. O. p. 40.
[2]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 159.
[3]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 161.
[4]) Schiff, in F. de Meyer, Diss. sistens paralyseos Nervi trigemini casum. Francofurti ad Moenum. 1847. 8. pag. 16. 17.

dagegen erweitert sich unter den gleichen Verhältnissen in auffallendem Maaße. Die Regenbogenhaut bildet dann häufig einen schmalen Saum, der nur wenig vor dem Begrenzungsrande der Hornhaut hervortritt.

4289 Ist der dreigetheilte Nerv mit Erfolg durchschnitten worden, so hat das Thier sein Gefühl an der Oberfläche des Augapfels, dem größten Theile des Gesichtes, in dem Innern der Nasenhöhle, an der entsprechenden Zungenhälfte, in den Zähnen der gleichen Seite vollkommen verloren. Man kann diese Gebilde, wie man will, reizen oder zerstören, die Haare ausreißen, die Zähne beschädigen, ohne daß das Kaninchen das geringste Schmerzenszeichen von sich giebt. Es bedient sich nur der Barthaare der gesunden Seite zum Tasten. Die Bewegungswerkzeuge dagegen erleiden keine sogleich in die Augen fallenden Störungen. Es ereignet sich zwar, daß der Unterkiefer schief zu stehen oder schlaffer herabzuhängen scheint und daß das Thier die kranke Seite nicht mehr zum Kauen gebraucht. Diese Merkmale drängen sich aber nicht in den Vordergrund und verrathen sich sogar in der Regel in so zweideutiger Weise, daß man sie nicht als unzweifelhafte Kennzeichen zu betrachten im Stande ist. Hunde lassen bisweilen die Zunge vorfallen, verlieren Speisen aus dem Munde und kauen unvollkommener. Die Ernährungsstörungen, welche in Folge dieses Eingriffes eintreten, werden uns später ausführlicher beschäftigen.

4290 Hatte Magendie[1]) beide dreigetheilte Nerven in dem Kaninchen durchschnitten, so stieß das Thier mit dem Vordertheile des Kopfes gegen mechanische Widerstände, ohne sie deutlich zu bemerken. Es rieb die Haut dieser Gegend so lange an ihnen, bis sie wund wurde. Es klopfte häufig gegen den Boden mit dem Vorderende des Kinnes, wie ein Blinder mit seinem Leitstocke. Es soll überdies einen eigenthümlichen schwankenden Gang dargeboten haben.

4291 Entfernt man das ganze Gehirn eines frisch getödteten Säugethieres und reizt hierauf die größere Ursprungsabtheilung des dreigetheilten Nerven, so bemerkt man keine Bewegungen am Auge, im Gesichte, der Zunge, dem Halse und überhaupt an allen mit rothen Muskelfasern versehenen Theilen, die von den Zweigen des dreigetheilten Nerven durchsetzt werden. Wendet man sich dagegen an die kleinere Wurzelabtheilung, so erzittern die Kaumuskeln (Temporalis, Masseter und Pterygoidei), der Kieferzungenbeinmuskel (Mylohyoideus), der zweibäuchige Muskel des Unterkiefers (Digastricus maxillae inferioris) und nach Hein[2]) der Gaumenspanner (Tensor veli palatini). Der Backenmuskel (Buccinatorius) dagegen bot diese Erscheinung in den bis jetzt angestellten Versuchen nicht dar. Diese Thatsachen beweisen, daß nur die kleinere, nicht aber die größere Wurzelabtheilung des dreigetheilten Nerven Fasern, unter deren Einflusse sich größere rothe Muskeln verkürzen, einschließt.

4292 Man hat häufig den dreigetheilten Nerven mit einem Rückenmarksnerven von anatomischem Standpunkte aus verglichen. Die größere Ur-

[1]) Magendie, a. a. O. S. 245. 49.
[2]) Hein, in Müller's Archiv 1844. S. 325.

ſprungsabtheilung würde hiernach einer hinteren und die kleinere einer vorderen Rückenmarkswurzel entſprechen. Jene müßte demgemäß rein ſenſibel und dieſe nur motoriſch ſein. So viel Wahrſcheinlichkeit auch dieſe Auffaſſungsweiſe beſitzt, ſo muß doch bemerkt werden, daß die völlige Unempfindlichkeit der kleineren Portion des dreigetheilten Nerven auf phyſiologiſchem Wege nicht nachgewieſen iſt und wahrſcheinlich nie wird dargethan werden können. Da ſich Zweige der größeren Abtheilung des dreigetheilten Nerven zur Thränendrüſe und zu anderen kleineren Drüſengebilden der Bindehaut des Auges, der Naſenſchleimhaut und dergleichen begeben, ſo frägt es ſich, ob ſie nicht bewegende Faſern für dieſe Art von Körpertheilen einſchließt.

Der dreigetheilte Nerv gewinnt dadurch eine große Bedeutung, daß 4293
er nicht bloß die Taſtempfindlichkeit der Geſichtshaut, ſondern auch die der vier höheren Sinneswerkzeuge vorzugsweiſe beherrſcht. Die inneren Theile des Auges und beſonders die Regenbogenhaut, die Thränendrüſe, die Thränencarunkel und der Thränenſack werden von dem erſten, der Thränengang von dem zweiten, die Bindehaut und die Augendeckel von den beiden erſten Zweigen des dreigetheilten Nerven verſorgt. Während auch wahrſcheinlich Fäden deſſelben zu den Schleimhäuten des inneren Gehörganges gelangen, laſſen ſich Reiſer des dritten Aſtes an das Trommelfell, zu dem Gehörgange und dem äußeren Ohre verfolgen. Die Schleimhaut der Naſenhöhle empfängt zahlreiche Zweige von den beiden erſten Aeſten, die der Stirnhöhlen von dem erſten, die der Kieferhöhlen, der Euſtachiſchen Trompeten und der Nachbarſchaft derſelben von dem zweiten und die der Siebbeinzellen von dem erſten und dem zweiten Hauptaſte. Die Zunge, die Mandeln, der weiche Gaumen, das Zäpfchen und der obere Theil des Schlundes bekommen vorzugsweiſe Zweige von dem zweiten und dem dritten Aſte. Der harte Gaumen wird von dem zweiten und nur in ſehr untergeordneter Weiſe von den übrigen Theilen des dreigetheilten Nerven verſorgt. Der zweite Aſt verſieht noch die Zähne und das Zahnfleiſch der oberen und der dritte die ähnlichen Gebilde der unteren Kinnlade. Der hinterſte Theil von dieſer kann aber auch einzelne Fäden von dem Oberkieferaſte aufnehmen.

Die Zähne des Unterkiefers werden durchgehends von dem dritten Aſte und zwar vor Allem von dem Kinnladenzweige deſſelben beherrſcht. Was die Oberkieferzähne des Menſchen betrifft, ſo verſorgt in der Regel der Naſenaſt des vorderen Zahnnerven den inneren und zum Theil oder gänzlich den äußeren Schneidezahn, das vordere Oberkiefergeflecht den Eckzahn und den erſten Backzahn, das hintere den zweiten Backzahn und die Oberkieferſchlinge oder die hinteren oberen Zahnnerven die übrigen Backzähne.

Die Empfindlichkeit des größten Theiles der Geſichtshaut hängt von 4294
den Verzweigungen des dreigetheilten Nerven ab. Die Stirn mit den Augenbrauen, die Augenlider, die Naſenwurzel, die Naſenflügel und der untere Theil der Schläfe werden von dem erſten, die Augenlider, die Haut der Wange, die Oberlippe und der größte Theil der Naſe von dem zweiten, die Schläfe, eine beträchtliche Ausdehnung des äußeren Ohres,

des Gehörganges, des Unterkieferwinkels, die Unterlippe, der Mundwinkel und das Kinn von dem dritten Aſte beherrſcht.

Verſuchen wir die Verbreitungsbezirke der einzelnen untergeordneten Zweige des dreigetheilten Nerven überſichtlich darzulegen, ſo haben wir:

Hauptaſt.	Zweige		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	erſter Ordnung.	zweiter Ordnung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmaſſen.	Andere Organe.	Vorzüglichſte Anaſtomoſen.
I. Augenaſt (R. ophthalmicus).	Naſenblendungszweig. (N. nasociliaris.)			(Obliquus oculi superior?)		Plexus cavernosus. (N. trochlearis.) N. abducens. R. superior N. oculomotorii. Nerven der Augenſchlagader.
		Lange Wurzel des Augenknotens. (Radix longa Ganglii ciliaris.)	Regenbogenhaut u andere innere Theile d. Auges. (Harte Haut des Auges?)			R. R. ciliares longi. (R. inferior N. oculomotorii.)
		Lange Blendungsnerven. (R. R. ciliares longi.)	Innere Theile des Auges. (Scheide des Sehnerven?)			(R. R. ciliares breves.)
		Naſenzweig. (R. ethmoidalis.)	(Schleimhäute der Stirnhöhle u. der Siebbeinzellen). Schleimhaut der Scheidewand, der Seitentheile der inneren Naſe u. aller Muſcheln. Aeußere Haut zwiſchen dem inneren Augenwinkel und der Naſenwurzel, Haut des Naſenrückens, des Naſenflügels u. des Randes d. Naſenloches.		Ethmoidalſchlagader.	Zweiat des R. infraorbitalis des N. facialis.
		Unterrollnerv. (R. infratrochlearis.)	Schleimhaut der Stirnhöhle (u. der Siebbeinzellen). (Bindehaut.) Haut auf dem Kreismuskel des Auges, an dem inneren Augenwinkel, dem unterſten Theil d. Stirn,		Augen-, Stirn- u. untere Augenlidſchlagader. Thränencarunkel. Thränenſack.	(R. ethmoidalis). N. supratrochlearis (N. frontalis.) (N. facialis.) (N. infraorbitalis.)

Hauptast.	Zweige		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	erster Ordnung.	zweiter Ordnung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmassen.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
			der Glatze, d. Haut an dem Thränensacke, der oberen Nasengegend u. der Augenlider.			
	Stirnnerv (N. frontalis).					(R. infratrochlearis.)
		Oberrollnerv. (R. supratrochlearis.)	(Schleimhaut der Stirnhöhle.) (Bindehaut.) Haut an dem unteren Theile der Mitte der Stirn. Antheil an dem Unterrollnerven.		(Faserge-bilde der Augenhöhle?)	(R. infratrochlearis.) R. supraorbitalis.
		Oberaugenhöhlennerv. (R. supraorbitalis s. frontalis s. str.	Oberes Augenlid. Haut über dem Kreismuskel d. Auges, an den Augenbrauen, der Stirn u. dem Vordertheile des Scheitels.		Stirnschlagader.	R. supratrochlearis N. facialis.
	Thränennerv (N lacrymalis.)		Bindehaut, vorzüglich ie äußere Hälfte derselben. (Regenbogenhaut u. andere innere Theile d. Auges.) Haut an dem äußeren Augenwinkel bis zur Schläfe hinüber (u. nach der Nase hin).		Thränendrüse. Beinhaut und andere Weichgebilde der Augenhöhle.	(Ganglion ciliare. Radix longa G. ciliaris. N. frontalis. R. subcutaneus malae. N. infraorbitalis. N. temporalis superficialis. N. facialis.
Oberkieast (R xillaris perior.)						(R. maxillaris inferior). (Plexus cavernosus.)
	Wangenhautnerv (N. subcutaneus malae.)		Haut an dem äußeren Theile der Stirn, der unteren der Schläfe u. der Wange über dem Jochbeine.			R. lacrymalis. R. supraorbitalis. R. temporalis superficialis. N. facialis. R. infraorbitalis.

Zweige		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
erster Ordnung.	zweiter Ordnung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmassen.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomose
Gaumenkeilbeinknoten. (Plexus et Ganglion sphenopalatinum.)				Antheil an dem Geflechte um den Sehnerven. Beinhaut und andere Weichgebilde der Augenhöhle. Gaumenkeilbeinschlagader	N. abducens (Augenknoten)
	Aeußerer rücklaufender Nerv. (R. recurrens externus.)	[illegible]ut des [illegible]nus.			R. maxillaris inferior.
	Innerer rücklaufender Nerv. (R. recurrens internus, s. Vidianus.)	Schleimhaut d. hinteren u. oberen Siebbeinzellen, der hinteren oberen u. unteren Gegend der Nasenscheidewand, der Eustachischen Trompete u. des hintersten u. oberst. Theiles des Schlundes.		Vidische Schlagader. Benachbarte Knochenmassen.	N. facialis. Plexus caroticus. (Ganglion oticum.)
	Vordere obere Nasenzweige. (R.R. nasales anteriores superiores.)	Schleimhaut d. Hintertheiles der beiden oberen Muscheln, des oberen Nasenganges, der Mitte der Nasenscheidewand u. d. Siebbeinzellen.			(N. vidianus.)
	Hintere obere Nasenzweige. (R.R. nasales superiores posteriores.)	Mittlere Muschel. Mittelgegend d. Nasenscheidewand. Schleimhaut in der Nähe der Rachenmündung der Eustachischen Trompete.			
	Nasenscheidewandzweig. (R. nasopalatinus Scarpae.)	Nasenschleimhaut, vorzüglich des mittleren u. des unteren Theiles der Scheidewand. Warzenartiges Organ hinter den oberen Schneidezähnen u. benachbarte Gaumenhaut.		Gleichnamige Schlagader.	N. N. nasales superiores [illegible] inferiores. R. alveolaris anterior. R. palatinus

upt- ſt.	Zweige		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	erſter Ordnung.	zweiter Ordnung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmaſſen.	Andere Organe.	Vorzüglichſte Anaſtomoſen.
		Gaumenzweige. (R. R. palatini.)	Untere Muſchel. Schleimhaut des mittleren u. unteren Naſenganges. Weicher Gaumen und Zäpfchen. Zahnfleiſch der oberen Kinnbacke u. Haut d. harten Gaumens.	Levator palati mollis?	Aeſte der Gaumenkeilbeinſchlagader.	(N. vidianus.) (R. ethmoidalis?) R. nasopalatinus Scarpae.
		Hintere obere Zahnnerven. (R. R. dentales superiores posteriores)	Schleimhaut der Oberkieferhöhle. Zahnfleiſch der Backzähne.	Buccinatorius? (Pterygoideus externus??)	Entſprechende Schlagader und Knochenmaſſe des Oberkiefers. Backzähne.	R. palatini. Geflecht der inneren Kieferſchlagader.
		Vordere ober. Zahnnerven. (R. R. dentales superiores anteriores.)	Schleimhaut des Vordertheiles des Bodens der Naſenhöhle u. der Oberkieferhöhle. Vordergegend d. harten Gaumenhaut. Thränennaſengang. (Schleimhaut einzelner Stellen der Naſe u. des harten Gaumens.) Zahnfleiſch. Aeußere Haut an dem Heber des Mundwinkels u. in der Gegend des Backenmuskels.		Die beiden oberen Schneidezähne u. der Eckzahn. Knochenmaſſe des Oberkiefer. Entſprechende Schlagadern.	N. infraorbitalis.
	Unteraugenhöhlennerv. (N. infraorbitalis)		Haut zwiſchen dem Auge u. der Oberlippe.		Entſprechende Schlagader.	N. facialis.
		Untere Augenlidnerven. (R. R. palpebrales inferiores.)	Augenlider, vorzüglich das untere. Haut der benachbarten Theile der Naſe, der Wange und der Stirn.		Entſprechende Blutgefäße	N. facialis (N. subcutaneus malae.) N. N. nasales superficiales.
		Oberflächliche Naſenzweige. (R. R. nasales superficiales.)	Rücken- u. Seitenfläche der äußeren Haut der Naſe nebſt der angrenzenden Wangenhaut (Haut der Oberlippe). Ränder des Naſenloches.		desgl. Ausführungsgänge der Ohrſpeicheldrüſe.	N. facialis. N. subcutaneus malae. N. N. palpebrales u. labiales (N. ethmoidalis.)

Hauptast.	Zweige		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	erster Ordnung.	zweiter Ordnung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmassen.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
		Obere Lippenzweige (R. R. labiales superiores.)	Haut der Wange, des Nasenflügels (u. der Innenfläche desselben?) Filtrum, Aussen- u. Innenfläche der Oberlippe bis zu dem Zahnfleische hin. Haut d. Mundwinkels u. der Wange bis zu dem Jochbeine u. dem Unterkiefer.		desgl.	N. facialis. R. R. nasales superficiales. N. mentalis.
III. Unterkieferast (R. maxillaris inferior.)	Ohrknoten (Ganglion oticum).		(Antheil an den Verzweigungen des oberflächlichen Schläfennerven.)	Tensor tympani (Pterygoideus internus) (Tensor veli palatini.)	Benachbarte Schlagadern.	N. facialis. Nerven der benachbarten Schlagadern. R. temporalis superficialis. (N. glossopharyngeus.)
	Innerer Flügelmuskelzweig (R. pterygoideus internus.)			Pterygoideus internus. Tensor tympani. Tensor veli palatini. (Circumflexus palati.)		
	Backennerv. (N. buccinatorius.)		Haut der Aussen- u. der Innenfläche der Wange und der Nachbarschaft?	Temporalis. Pterygoidei externus und z. Theil internus.	Entsprechende Gefäße. Steno'scher Gang.	N. facialis. (N. infraorbitalis.)
	Tiefere Schläfennerven. (N. N. temporales profundi.)			Temporalis.	(Knochensubstanz d. Keilbeines?)	
	Kiefermuskelnerv. (N. massetericus.)			Masseter u. Temporalis.	Fasergebilde des Kiefergelenkes.	(N. N. temporales profundi.) N. facialis.
	Oberflächlich. Schläfenzweig. (R. tempo-		Haut vor dem Kiefergelenk, der Ohrspeicheldrüse, des Ohres, der Schläfen-		Benachbarte Blutgefäße. Fasergebilde	(N. massetericus.) N. N. temporales

Hauptast.	Zweige		Verbreitungsbezirk der Nerven.			
	erster Ordnung.	zweiter Ordnung.	Empfindliche Hautfläche.	Bewegliche Muskelmassen.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
	ralis superficialis s. auricularis anterior.)		gegend u. des äußeren Gehörganges (Trommelfell).		des Kiefergelenkes. Ohrspeicheldrüse.	profundi. N. facialis. N. N. occipitales. N. infraorbitalis. Chorda tympani.
	Zungennerv. (R. lingualis. N. trigemini.)		Gesammtoberfläche der Zunge. Schleimhaut vor dem Kieferschlundkopfmuskel, dem senkrechten und dem wagerechten Aste d. Unterkiefers.	(Pterygoideus internus??) (Tensor veli palatini??)	Mandel. Unterkiefer- u. Unterzungendrüse und Ausführungsgänge derselben. (Mundhöhlendrüsen.)	Chorda tympani. N. N. hypoglossus u. glossopharyngeus.
	Unterkiefernerv. (N. mandibularis. s. maxillaris inferior s. str.		Zahnfleisch des Unterkiefers. Außen- u. Innenfläche der Unterlippe u. Haut des Kinnes.	Pterygoidei externus u. internus. Mylohyoideus u. vorder. Bauch des Digastricus. (Transversus menti??)	Entsprechende Blutgefäße Zähne des Unterkiefers.	N. facialis. N. infraorbitalis. Halshautnerven.

Betrachten wir den motorischen Bezirk des dreigetheilten Nerven, so kann er von nem erhärten, daß ein und derselbe Hauptstamm Muskeln, die einander entgegenarten, zu versorgen vermag. Während die Kaumuskeln den Unterkiefer emporheben, zieht ihn der zweibäuchige und der Kieferzungenbeinmuskel herab, so wie das Zungenbein ist festgestellt ist (§. 2839).

Es gehört zu den Seltenheiten, daß der ganze dreigetheilte Nerv ei- 4295
s Menschen und kein anderer Nervenstamm gelähmt wird. Fälle der t verrathen sich durch ähnliche Zeichen, wie sie die glücklich vollführte rchschneidung jenes Nerven in Säugethieren künstlich hervorruft (§. 4289). s versteht sich nur von selbst, daß man die Empfindungsverhältnisse an m Menschen genauer bestimmen kann.

Magendie hatte früher die Ansicht aufgestellt, daß nicht bloß die Tastempfindlichder drei höheren Sinneswerkzeuge, sondern auch die eigenthümliche Sinnesauffassung der Lähmung des dreigetheilten Nerven zu Grunde geht. Man kann sich schon an ieren überzeugen, daß der Geruch und das Gehör fortdauern und das Sehen erst durch tere Ernährungsstörungen des Auges aufgehoben wird. Menschen, die an Lähmungen dreigetheilten Nerven leiden, beweisen noch deutlicher, daß das Riechen, das Hören

und das Schmecken unter diesen Verhältnissen möglich bleibt. Der dreigetheilte Nerv darf daher nicht als ein ursprüngliches Bedingungsglied der sensuellen Thätigkeiten angesehen werden.

Beschränkt sich die Lähmung auf den dreigetheilten Nerven der einen Seite, so treten auch die Krankheitszeichen nur an dieser Seitenhälfte hervor. Die Pupille ist in der Regel bedeutend verkleinert. Sie verharrt auch in diesem Zustande trotz der Einwirkung von Lichtreizen. Die Bindehaut erscheint gänzlich unempfindlich. Reibt man sie, so schmerzt dieser Eingriff den Kranken nicht. Es findet sich weder Thränenfluß, noch der unwillkührliche krampfhafte Schluß der Augenlider, wie unter den regelrechten Verhältnissen eintritt. Das Auge entzündet sich später. Es entsteht eine eiterige Absonderung an der Oberfläche des Bindehautsackes. Es bilden sich Ausschwitzungen im Innern, und das Gesichtswerkzeug geht hierdurch, wie wir bei der Betrachtung der Ernährungsstörungen der Nerven ausführlicher sehen werden, zu Grunde. Die Nasenschleimhaut ist völlig unempfindlich. Kein mechanischer Reiz, der sie trifft, erzeugt Schmerz oder Niesen. Die Empfindlichkeit des äußeren Ohres und des äußeren Gehörganges wird nur theilweise, nicht aber gänzlich abgestumpft. Es läßt sich erwarten, daß auch die Thätigkeit des Trommelfellspannners leiden wird. Es mangeln jedoch noch in dieser Hinsicht die näheren bestätigenden Erfahrungen. Der Kranke hat die Tastfähigkeit der entsprechenden Zungenhälfte gänzlich verloren. Er fühlt hier nicht die Speisen, die er zu sich nimmt. Es können Bruchstücke von ihnen, ohne daß er es merkt, liegen bleiben. Er unterscheidet dagegen den bitteren Geschmack des Chinin, so wie sich die Lähmungserscheinungen auf keinen anderen Hirnnerven ausdehnen. Die Unempfindlichkeit kehrt endlich auch in den Zähnen, dem größten Theile des Zahnfleisches, der Innenfläche der Wangen und der Mundhöhle und der Haut des harten Gaumens wieder. Der weiche Gaumen und der Schlundkopf dagegen haben ihre Tastempfänglichkeit nicht gänzlich eingebüßt.

Die Haut der Stirn, des größten Theiles der Schläfe, der Gegend der Augenbrauen, der Augenlider, der Nase, der Wange und der Oberlippe können mit Nadeln durchstochen oder sonst verletzt werden, ohne daß Schmerzensgefühle hervortreten. Das äußere Ohr, die hintere Schläfengegend und die den Unterkiefer bedeckende Haut haben nur einen Theil ihrer Empfänglichkeit eingebüßt. Trinkt der Kranke, so glaubt er, daß ein Stück des Glases ausgebrochen sei (§. 4217). Thiere lassen häufig die Nahrungsmittel, die sie in den Mund genommen, fallen, und benehmen sich überhaupt bei dem Essen ungeschickter. Sie beißen sich häufig in den gefühllosen Theil der Zunge. Es können sich daher hier tiefer fressende Geschwüre erzeugen. Aehnliche Zeichen wiederholen sich wahrscheinlich hin und wieder im Menschen. Es fehlt hier das Gefühl des Stumpfwerdens in den Zähnen. Es treten bisweilen krankhafte subjective Temperaturgefühle in der Mundhöhle auf. Das Zahnfleisch blutet leicht. Es bilden sich Schorfe an den verletzten oder an den häufiger gedrückten Stellen der unempfindlichen Theile.

Da die Kaumuskeln gelähmt sind, so ist auch das Kauen an der entsprechenden Seite unmöglich geworden. Der Kiefer kann überdies schief nach der gesunden Seite hingezogen sein. Es läßt sich erwarten, daß auch das Emporziehen des Zungenbeines auf mehr Schwierigkeiten, als im regelrechten Zustande stoßen dürfte.

Die Muskeln durch welche Zweige der größeren Wurzelabtheilung des dreigetheilten Nerven durchtreten, gehorchen noch vollkommen dem Willenseinflusse. Der Mensch ist im Stande, die Stirn zu runzeln, das obere Augenlid emporzuheben, die Augenlidspalte zu schließen, das Nasenloch zu erweitern, die Nase in die Höhe zu ziehen und zu rümpfen, den Mund gleichförmig zu öffnen und zu schließen, zu lachen und überhaupt die mimischen Bewegungen des Gesichts vorzunehmen, ohne daß sich eine auffallende Entstellung kund giebt. Er schielt nicht und leidet an keiner einseitigen Verzerrung der Lippen oder der Zunge.

Die Lähmungen, welche sich auf die einzelnen Aeste des dreigetheilten Nerven beschränken, kommen dem Arzte häufiger vor. Geschwülste und andere Störungen verursachen häufig heftige Schmerzen, die dem Verlaufe oder dem Endbezirke der Verbreitung jener Nervenstamme entsprechen [1]). Der Wundarzt verletzt bisweilen den einen oder den

[1]) Vergl. z. B. M. H. Romberg, Neuralgiae Nervi quinti specimen. Berolini 1840. 4. pag. 3 — 14.

inderen Zweig absichtlich oder unwillkührlich. Die Zeichen, welche in diesen Fällen her-ortreten, lassen sich meistentheils von anatomisch-physiologischer Seite im Voraus be-timmen. Unterrichtet man sich durch das Einstechen einer Nadel von der Ausdehnung er unempfindlichen Bezirke, so kann man umgekehrt auf die leidenden Nervenzweige zu-rückschließen.

Ist der Stirnzweig des ersten Astes an seiner Austrittsstelle aus der Augenhöhle unthätig gemacht worden, so vermindert sich die Tastempfänglichkeit des oberen Augen-ides und der Nachbarschaft desselben. Die Stirnhaut hat ihre Empfindlichkeit bis zum Scheitel hindurch gänzlich verloren. Gehen mehrere Stämme zu der Oberaugenhöhlen-urche heraus, so kann natürlich erst die Lähmung von allen jene Störungen vollständig erbeiführen. Die wahre Stirnneuralgie hängt von demselben Nervenstamme ab.

Frühere Wundärzte glauben bemerkt zu haben, daß Verletzungen des Stirnnerven icht selten Blindheit nach sich ziehen. Man kann den nothwendigen Zusammenhang die-r beiden Erscheinungen von physiologischer Seite mit Recht bezweifeln. Schneidet man en Stirnast in Hunden oder Kaninchen durch, so bemerkt man keine Abnahme des Sehvermögens. Erblindete vielleicht hin und wieder ein Mensch unter ähnlichen Ver-ältnissen, so ist es denkbar, daß sich die Erschütterung oder die Nebenverletzungen, welche ie Verwundung veranlaßte, oder die nachträglichen Folgen von dieser auf das Auge ortpflanzten. Ruete [1]) führt übrigens z. B. einen Fall an, in dem das Auge zwei ahre lang völlig gesund blieb. Der Mensch wurde während dieser Zeit von den Vario-iden befallen. Die Blattern entwickelten sich an der gelähmten Stirnhaut in gleicher Weise, wie an dem übrigen Körper.

Ist der ganze Augenast des dreigetheilten Nerven unthätig geworden, so bleibt das Sehloch unter allen Verhältnissen verkleinert. Die schleimigte und eiterige Absonderung n der Bindehaut, Ausschwitzungen in der vorderen Augenkammer und im Auge über-aupt, die Trübung, die Geschwürsbildung und die Durchbohrung der Hornhaut, das Auslaufen des Auges und der Uebergang desselben in einen unförmlichen Stumpf kön-en später nachfolgen. Die Bindehaut ist von vorn herein, wenigstens größtentheils, nempfindlich. Ihre Gefäße erweitern sich. Ihre Masse trübt sich bisweilen, so daß e Hornhaut im Anfange schon minder durchsichtig erscheint und die Kranken die Gegen-tände wie durch einen Schleier wahrnehmen. Während die Tastempfänglichkeit der hränencarunkel und der Stirnhaut so gut als gänzlich verloren gegangen, hat sich die der Nasenschleimhaut, der Stirn-, der Schläfen-, der Wangen- und der Nasenhaut nur theil-eise vermindert.

Die Lähmung der Wangenhautnerven wird auf die Haut über dem Jochbeine und er Umgebung desselben wirken. Die Unthätigkeit der oberen Zahnnerven muß ihren Einfluß nicht bloß auf die Zähne und das Zahnfleisch der oberen Kinnlade, sondern auch uf die Knochenmasse derselben, die Schleimhäute der Oberkieferhöhle, der Nasenhöhle, es Gaumens und den Thränennasenkanal ausdehnen. Es ist möglich, daß sich eine ge-nge Abstumpfung des Gefühles der Haut über dem Mundwinkel und der benachbarten Nasengegend hinzugesellt.

Der Unteraugenhöhlenast veranlaßt in der Regel die sogenannten Gesichtsschmerzen, elche theils den Gebilden, in denen er endigt, entsprechen, theils auch längs seinen Ver-eigungen dahin zu schießen scheinen. Die Lähmung jenes Nervenstammes raubt den rößten Theil ihrer Empfindlichkeit der Haut der Augenlider und vorzüglich des unteren, er der Wange, der Nase und des Randes des Nasenloches. Die Tasteindrücke der äu-eren und der inneren Fläche der Oberlippe gehen dem Bewußtsein gänzlich verloren.

Die Lähmung des gesammten zweiten Astes des dreigetheilten Nerven führt zu der Gesammtsumme der eben erläuterten Zeichen der Unthätigkeit der Wangenhaut-, der obe-n Zahn- und der Unteraugenhöhlennerven. Sie hebt zugleich die Empfindlichkeit der Haut des harten Gaumens so gut als gänzlich auf, und setzt die der Schleimhäute der Nase größtentheils herab. Sie vermindert endlich die Sensibilität des weichen Gaumens und des obersten Theiles des Schlundes. Das Zahnfleisch der oberen Kinnlade lockert sich auf und blutet leicht.

Der oberflächliche Schläfennerv wirkt auf die Haut vor dem Kiefergelenke, dem

[1]) C. G. Th. Ruete, Beitrag zur Physiologie des Fiebers. Göttingen 1848. 8. S. 22.

oberen Theile der Ohrspeicheldrüse, auf die des Ohres und den äußeren Gehörgang und vorzugsweise auf die Hautbedeckungen der Schläfengegend. Keiner dieser Bezirke wird aber durch seinen Einfluß in seiner ganzen Ausdehnung vollständig gelähmt.

Ist der Zungenzweig des dreigetheilten Nerven zerstört worden, so verliert die entsprechende Hälfte der Zunge ihre Empfindlichkeit gänzlich. Es werden überdies die Mandeln und die Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle theilweise leiden. Eine krankhafte Reizung des Unterkieferastes kann Schmerzen in den Zähnen, dem Zahnfleische und der Knochenmasse der unteren Kinnlade hervorrufen. Der Kinnzweig beherrscht die beiden Oberflächen der Unterlippe. Die Kinnneuralgie rühret von seinem Einflusse her.

4296 VI. **Aeußerer Augenmuskelnerv** (N. abducens) (Fig. 344 *l*.). Er enthält wahrscheinlich nur bewegende Fasern. Man kann ihn wenigstens im Kaninchen durchschneiden, ohne daß das Thier irgend einen Widerstand leistet. Er verbreitet sich in der Regel in dem Menschen nur in den äußeren geraden Augenmuskel, versorgt aber auch in den Säugethieren den Zurückzieher des Augapfels. Reizt man ihn in der Leiche, so wendet sich das Auge nach außen. Ist er im Leben gelähmt, so schielt häufig der Mensch nach innen.

Man kann noch nicht mit Sicherheit angeben, wohin die Fasern, die aus dem äußeren Augenmuskelnerven in den ersten Ast oder den Nasen-Blendungszweig des dreigetheilten Nerven treten, verlaufen. Die letztere Verbindungsweise läßt aber vermuthen, daß sie vielleicht die Regenbogenhaut oder andere Nervengebilde des Auges versorgen. Der äußere Augenmuskelnerv kann sich noch in Ausnahmsfällen an dem Augenkasten unmittelbar betheiligen. Schielen nach außen verbindet sich häufig mit amaurotischen Augenleiden, Schielen nach innen dagegen mit anderen Störungen der Gesichtswerkzeuge, in denen die Netzhaut nicht unmittelbar oder wenigstens nicht ursprünglich betheiligt ist. Ueber den Einfluß dieses Nerven auf die Regenbogenhaut des Kaninchens s. §. 4281.

4297 VII. **Antlitznerv** (N. facialis) (Fig. 344 *u*). — Will man diesen Nerven in der Schädelhöhle durchschneiden, so hindert häufig die beträchtliche Blutung jeden sichern Erfolg des Versuches. Ich konnte daher auch in dieser Beziehung zu keinem befriedigenden Ergebnisse in dem Kaninchen gelangen. Hatte van Deen[1]) die eine Großhirnhemisphäre dieses Thieres entfernt und den dreigetheilten Nerven durchschnitten, so schien die Reizung des Antlitznerven noch Schmerz zu erregen. Ging dagegen Magendie[2]) mit einer Scheere in den sonst unversehrten Schädel ein und spaltete dann das Felsenbein, so verhielt sich das Kaninchen vollkommen ruhig, während der Antlitz- und Gehörnerv verletzt wurden. Hob ich das Gehirn in jungen Meerschweinchen empor und trennte die beiden genannten Nerven, so zeigten sich keine Schmerzensregungen. Wendet man sich dagegen an die Wurzeln des dreigetheilten oder des herumschweifenden Nerven, so schreit das Thier trotz der bedeutenden Verwundung und der heftigen Blutung laut auf. Der Antlitznerv führt daher jedenfalls ursprünglich keine irgend beträchtliche Menge von empfindenden Fasern. Man kann sogar mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sie ihm gänzlich mangeln.

---

[1]) J. van Deen, De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae. Lugd. Batav. 1834. 8. p. 42.

[2]) Magendie, a. a. O. S. 361.

Manche Forscher glaubten den Antlitznerven deshalb für gemischt ansehen zu müssen, weil er mit zwei Wurzeln entspringt und in dieser Beziehung einem Rückenmarksnerven entspricht. Wäre der Vergleich völlig begründet, so dürfte nur eine der beiden Wurzeln bewegende Fasern enthalten. Man kann sich aber in frisch getödteten Säugethieren überzeugen, daß beide Wurzeltheile Muskelbewegungen anzuregen im Stande sind.

Nehmen wir auch an, daß der Antlitznerv ursprünglich keine empfin- 4298
denden Fasern einschließt, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß der Hauptstamm desselben, wenn er zu dem Griffelwarzenloche frei hervortritt, sensible und motorische Fasern zugleich enthält. Greift man ihn hier in dem Kaninchen an, so geben sich deutliche Schmerzenszeichen zu erkennen. Das Thier schreit aber nicht so heftig, als wenn man den Unteraugenhöhlennerven vom zweiten Aste des fünften Paares verletzt. Wird der Antlitznerv bei Operationen, die man am Menschen anstellt, z. B. bei der Ausrottung von Geschwülsten in der Gegend der Ohrspeicheldrüse, verletzt, so ereignet es sich, daß auch hier schmerzhafte Empfindungen zu Tage kommen. Es erklärt sich hieraus, wie ein Leiden, das den Antlitznerven nach dem Austritte aus dem Griffelloche trifft, keineswegs so schmerzlos zu sein braucht, als es sich nach der ursprünglich rein motorischen Natur des Antlitznerven erwarten ließe. Seine sensiblen Eigenschaften rühren aber nur von Fasern her, die zu ihm während seines Verlaufes, zum Theil von dem dreigetheilten Nerven hinzutreten.

Hat man den dreigetheilten Nerven in der Schädelhöhle des Kaninchens durchschnitten, so ereignet es sich bisweilen, daß die Empfindlichkeit des aus dem Griffelzitzenloche hervorgetretenen Stammes des Antlitznerven verloren gegangen zu sein scheint. Manche Thiere verrathen aber dessenungeachtet noch die Empfindlichkeit jenes Nervenstammes durch deutliche Gegenbewegungen. Diese Thatsache deutet darauf hin, daß die beigemischten empfindenden Fasern nicht ausschließlich von dem dreigetheilten Nerven herrühren.

Berücksichtigen wir den anatomischen Verlauf des Antlitznerven des Menschen, so können empfindende Fasern des dreigetheilten Nerven durch die Felsenbeinzweige und vielleicht auch durch die Paukensaite in den Antlitznerven, ehe er frei hervortritt, eindringen. Er vermag auch Fasern von dem herumschweifenden Nerven durch den Ohrast desselben aufzunehmen, eine Thatsache, die von Beck [1]) in Abrede gestellt wird. Die physiologischen Versuche könnten in dieser Beziehung weniger entscheiden, weil häufig die sensiblen Aeste des Vagus, die vorher durch ein Hauptganglion desselben durchgetreten sind, keine Schmerzenszeichen in einzelnen lebenden Thieren hervorrufen. Da sich übrigens Fäden der Halsnerven mit dem Stamme oder den Zweigen des Antlitznerven kurz nach dem Austritt aus dem Griffelloche verbinden, so muß man auch diese berücksichtigen, so wie die Verletzung nicht ganz nahe an jener Mündung stattgefunden hat.

Die Zweige des Antlitznerven, die sich an dem Gesichte und dem 4299
Halse verbreiten, verbinden sich auf das Innigste mit empfindenden Nervenästen, welche die Haut jener Gebilde versorgen. Es kommt daher hierbei der dreigetheilte Nerv vorzugsweise in Betracht. Die Reiser des Ethmoidal-, des Stirn- und des Thränenzweiges des ersten, des Wangenhaut-, des vorderen Zahn- und des Unteraugenhöhlenzweiges des zweiten und des oberflächlichen Schläfen- und des Kinnzweiges des dritten Astes des fünften Hirnnerven vermischen sich mit den Bündeln des Antlitznerven,

[1]) B. Beck, Anatomische Untersuchung des VII. und IX. Hirnnervenpaares. Heidelberg 1847. 4. S. 50.

wo sie ihm nur irgend begegnen. Weder das freie Auge, noch das Mikroskop kann diese wechselseitige Verkettung entwirren. Physiologische Versuche lehren aber, daß der Endverlauf die Hauptmassen ihrer Bestimmungsweise nach trennt. Der Antlitznerv beherrscht die Gesichtsmuskeln. Er bildet auf diese Weise den mimischen Nerven des Angesichts. Der dreigetheilte hingegen vermittelt die Hautempfindungen, deren die entsprechenden Oberflächen fähig sind.

4300 So leicht die Thätigkeit derjenigen Aeste, welche der Antlitznerv am Gesichte und am Halse abgiebt, ermittelt werden kann, so schwer wird es, die Verhältnisse der Zweige, die er früher entläßt, zu beurtheilen. Die anatomische Untersuchung liefert eine nur schwankende Grundlage. Der verborgene Verlauf jener Nervenäste dagegen vereitelt die meisten physiologischen Versuche, die man an den lebenden und todten Thieren anstellt. Man kann nur mit Gewißheit annehmen, daß der Steigbügelzweig die Bewegungen des Steigbügelmuskels (M. stapedius) zu leiten im Stande ist.

Die gegenseitige Verbindung des Antlitznerven und des Gehörnerven dient wahrscheinlich dazu, diese beiden Nervenstämme zu reinigen und jedem die ihm eigenthümlichen Fasern für seinen ferneren Verlauf mitzutheilen. Es wäre jedoch auch denkbar, daß einige Fasern des Antlitznerven zu den Weichgebilden des Ohrlabyrinthes bei dieser Gelegenheit vordringen.

4301 Verfolgt man den vidischen Nerven in den Kinnknoten des Antlitznerven und den Nasenknoten des dreigetheilten Nerven, so findet man, daß hier ein wechselseitiger Austausch der Fasern stattfindet. Bündel des fünften Nerven begeben sich zu dem Antlitznerven und verlaufen in diesem in peripherischer Richtung weiter. Es zeigt sich aber auch umgekehrt, daß Nervenfasern des Antlitznerven in den Nasenknoten eindringen, ihn durchsetzen[1]) und sich mit den Gaumenzweigen vermischen. Man schloß hieraus, daß der Antlitznerv die Bewegungen des weichen Gaumens mittelst des oberflächlichen Felsenbeinnerven oder der beiden Felsenbeinnerven beherrscht. Die bisherigen physiologischen Versuche konnten diese Ansicht nicht erhärten. Es kam mir unter fünf Versuchen[2]), die ich an dem Pferde, dem Kaninchen, dem Hunde und der Katze anstellte, nur ein Mal vor, daß der weiche Gaumen des Hundes erzitterte, so wie ich den oberflächlichen Felsenbeinnerven ansprach. Debrou[3]) erhielt ebenfalls nur ein Mal ein positives Ergebniß, als er den Antlitznerven in der Schädelhöhle galvanisirte. Volkmann[4]), Longet[5]) und Hein[6]) konnten die Verkürzungen des weichen Gaumens in keinem Falle bemerken.

Kranke, die an Lähmung des Antlitznerven leiden, bieten bisweilen eine schiefe Stellung des weichen Gaumens dar. Es ereignet sich hin und wieder, daß das Zäpfchen nach einer Seite hin gekrümmt erscheint. Diese Thatsache führte zu der Vermuthung, daß die

---

[1]) B. Beck, a. a. O. S 34.
[2]) De functionibus nervorum. p 33.
[3]) Debrou, bei Longet a. a. O. Tome II. p. 451.
[4]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1840. S. 487.
[5]) Longet. a. a. O. Tome II. pag. 451.
[6]) Müller's Archiv. 1844. S. 316 fgg.

elsenbeinnerven die Bewegungen des weichen Gaumens theilweise beherrschen. Wäre ie Anschauungsweise richtig, so müßte jenes Zeichen nur dann eintreten, wenn die Urche der Unthätigkeit des Antlitznerven oberhalb und nicht unterhalb des Abganges der elsenbeinzweige liegt.

Wir haben gesehen, daß sich Bewegungen im weichen Gaumen in den wenigsten physiologischen Versuchen erkennen ließen. Erzeugten sich diese, so konnten sie mittelbar von n Thätigkeiten des Griffelzungenbeinmuskels und des zweibäuchigen Kiefermuskels, die n dem Antlitznerven beherrscht werden, herrühren. Sollte die gleiche Thatsache den hiefen Stand des weichen Gaumens im Menschen veranlassen, so müßte dieser nach der sunden Seite hin gerichtet sein. Die Krümmung des Zäpfchens ließe sich auf diese Beise gar nicht erklären. Es wäre sehr wünschenswerth, daß Krankheitsbeobachtungen n Neuem bestimmter erhärteten, ob überhaupt der schiefe Stand des weichen Gaumens it der Lähmung des Antlitznerven wesentlich zusammenhängt und welche Muskeln, enn es der Fall sein sollte, das Uebergewicht besitzen. So viel ist gewiß, daß wahrheinlich der Antlitznerv längs des ganzen Felsenbeines und bis zum Gehirn angegriffen sein nn, ohne daß sich eine schiefe Stellung des weichen Gaumens nothwendig verräth [1]).

Man kann gegen die negativen Ergebnisse der physiologischen Versuche mit Recht nwenden, daß die Nervenfasern durch mehrere Knoten vor ihrer Endverbreitung durchten und daß man den Schädel der frisch getödteten Thiere der Länge nach durchsägen uß, ehe man die Reizung selbst einleitet. So richtig auch diese Bemerkungen sind, so ißt sich doch entgegnen, daß die Nervenfasern des herumschweifenden und des Beinerven rch der gleichen Verhältnisse deutlich Bewegungen in dem weichen Gaumen veranlaßt aben.

Die anatomischen Verhältnisse deuten darauf hin, daß die Paukenaite zu den gemischten Nerven gehört und ihre empfindenden Fasern von em dreigetheilten, ihre bewegenden dagegen von dem Antlitznerven hereitet. Die physiologischen Versuche der einzelnen Forscher widersprechen inander in hohem Grade. Guarini bemerkte keine Schmerzensäußerungen, ls er die Paukensaite längs ihres Verlaufes in der Trommelhöhle in lebenden unden ansprach. Die Thiere waren jedoch wegen der tief eingreifenen Operation in hohem Grade erschöpft. Bernard [2]) fand ebenfalls, aß der Nervenstamm unempfindlich sei. Biffi und Morganti [3]) dageen, welche die Versuche in jungen Hunden wiederholten, haben das Geentheil beobachtet. Reizten ihn Panizza und Guarini mechanisch, o erhielten sie Zuckungen in dem Zungenmuskel — eine Thatsache, die on Biffi und Morganti ebenfalls in Abrede gestellt wird. Volkmann [4]) berichtet, Bewegungen des Backenmuskels in dem gleichen Falle esehen zu haben. 4302

Man kann mit Recht annehmen, daß sich Fäden der Paukensaite zu er Unterkiefer- und der Unterzungendrüse und vielleicht auch zu den Drüen der Mundschleimhaut begeben. Es würde hiernach jener Nerv die Ausführungsgänge der Absonderungswerkzeuge mittelst seines motorischen Einflusses beherrschen können. 4303

---

[1]) Vergl. z. B. Bernard, in den Archives générales de médecine Dec. 1844. p. 484.
[2]) Bernard, a. a. O. p. 493.
[3]) Biffi und Morganti, in den Annali universali. Vol. CXIX. Aug. u. Sept. 1846. pag. 422.
[4]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig 1845. 8. S. 582.

Morgani *) behaupten dagegen nach ihren Versuchen, daß d
der die Hunde die Geschmackseindrücke nach der Trennung der Pa
beiden Zungenhälften gleich bleibt, daß aber die Stärke des Eind
verletzten Seite abnimmt. Berücksichtigen wir die Schwierigkeiten,
lung der Geschmacksempfindungen in Thieren entgegenstellen und di
tung des Zungenschlundkopfnerven ausführlicher kennen lernen wer
physiologische Erfahrungen nur mit großer Vorsicht in Betracht
frägt sich überdieß, ob der vorangegangene heftige Eingriff keine
rung zur Folge hat und Zeichen, die der ursprünglichen Thätigkeit
sind, hervorruft.

4304 Die Hauptmasse der Antlitznerven verbreitet sich in
Gesichtes von der Stirn bis zum Kinn, in die des äu
oberen Theil des Halshautmuskels, den zweibäuchigen
vorzugsweise in die hintere Abtheilung desselben und
genbeinmuskel. Man kann überdieß Fäden desselben zu
Mundspeicheldrüsen und den Blutgefäßen des Halses
verfolgen.

Versuchen wir die einzelnen Hauptzweige, die in dem Gesichte
desselben im Menschen verlaufen. übersichtlich zusammenzustellen, so

Ast des Antlitznerven.	Muskeln.
Tiefer Ohrast. (R. auricularis profundus.)	Occipitalis. Retrahens auris. (Ein kein in Verbindung mit dem R
Griffelzungenbeinast (R. stylohyoideus).	Stylohyoideus. Platysmamyoides.
Ast für den zweibäuchigen Kie-	Vorzüglich der hintere Bauch des

Äſte des Antlitznerven.	Muskeln.
nterſte Wangenmuskelnerven (R. R. zygomatici III. IV. V.)	Frontalis. Orbicularis palpebrarum. Zygomatici major und minor.
berer Augenlid-Naſenzweig (R. palpebro-nasalis superior).	Zygomatici major und minor. Frontalis. Orbicularis palpebrarum. Levator labii superioris alaeque nasi. Compressor narium.
nterer Augenlid-Naſenzweig (R. palpebro-nasalis inferior).	(Orbicularis palpebrarum.) Zygomatici major und minor. Levator labii superioris alaeque nasi. Levator anguli oris. Levator labii superioris proprius. Compressor nasi. Dilatatores narium anterior und posterior. Depressor alae nasi. Orbicularis oris.
berlippenzweig (R. bucco-labialis superior).	Buccinatorius. Zygomatici major und minor. Depressor anguli oris. Orbicularis oris.
nterlippenzweig (R. bucco-labialis inferior).	Zygomatici. Risorius Santorini. (Masseter). Depressor und Levator anguli oris. Orbicularis oris.
andzweig (R. marginalis s. labio-mentalis).	Risorius Santorini. Platysmamyoides. Depressor anguli oris. Orbicularis oris. Quadratus menti. (Buccinator.)
alshautzweige (R. R. subcutanei colli posteriores et superiores).	Platysmamyoides. (Depressor anguli oris. Quadratus menti. Orbicularis oris.) (Digastricus maxillae inferioris.)

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß hierbei die häufig vorkommenden untergeordneten arietäten, ſo wie die Anaſtomoſen und die Schlingenfäden nicht berückſichtigt werden nnten. Die meiſten Aeſte des Antlitznerven enthalten überdies fremdartige Primitivſern. Die vorzüglichſten Anaſtomoſen finden mit dem dreigetheilten, dem Zungen-lundkopf-, dem herumſchweifenden, den beiden Zungenfleiſch-, dem ſympathiſchen und n oberſten Halsnerven Statt. Faſt alle Blutgefäße des Geſichtes und die drei Mundeicheldrüſen empfangen zahlreiche Fäden von den Zweigen des Antlitznerven.

Es ereignet ſich häufig, daß der Antlitznerv der einen Seite vorübergehend oder anltend gelähmt wird. Die regelwidrigen Erſcheinungen beſchränken ſich dann auf die ne Geſichtshälfte.

Der Kranke kann weder die Stirn runzeln, noch die Augenbrauen bewegen oder die opfhaut vollſtändig hin- und herſchieben. War er früher im Stande, die Stellung ſeis äußeren Ohres zu ändern, ſo pflegt auch dieſe Fähigkeit mit der Unthätigkeit des ntlitznerven zu Grunde zu gehen. Der Menſch ſenkt zwar das obere Augenlid und bt es wiederum beliebig empor. Er iſt aber nicht im Stande, die Augenlidſpalte llkommen zu ſchließen. Verſucht er dieſes, ſo führt er nur das obere Augenlid ſo ſehr s möglich hinab und rollt den Augapfel inſtinktmäßig nach oben. Es bleibt daher imer eine Spalte, die einen Theil der Bindehaut unbedeckt läßt, übrig. Die Sehkraft idet an und für ſich nicht. Der mangelhafte Verſchluß der Augendeckel führt aber mittbar zu mancherlei Störungen. Da die Lähmung des Kreismuskels und des Horner'ſchen Muskels die regelrechte Abfuhr der Thränen ſtört, ſo fließen dieſe nicht ſelten r Augenlidſpalte heraus. Staub und andere ſchädliche Körper dringen leichter in den indehautſack. Dieſer entzündet ſich daher in manchen Fällen. Trübungen der Hornaut können ebenfalls auf dieſem Wege zu Stande kommen.

Der Leidende hat die Fähigkeit verloren, das Naſenloch emporzuziehen, es zu erweirn oder nach abwärts zu führen und die Naſenhaut ſelbſt zu rümpfen. Läßt man ihn ef einathmen, ſo bleibt dabei das entſprechende Naſenloch ruhig. Hält man ihm die eſunde Naſenöffnung zu, ſo ſtößt bisweilen das Einathmen bei geſchloſſenem Munde uf Schwierigkeiten. Kranke der Art leiden daher an Athembeſchwerden, ſo wie ſie im Schlafe auf der geſunden Seite liegen. Es kam in Einzelnen vor, daß Ammoniak und ndere Dünſte, die man durch das leidende Naſenloch eindringen ließ, minder deutlich ahrgenommen wurden. Dieſe Thatſache gehört jedoch keineswegs zu den beſtändigen Zeichen.

Da die Muskeln, welche die Lippen beherrschen (Orbicularis oris, Levator labii superioris alaeque nasi, Levator labii superioris proprius, Levator anguli oris, Zygomatici major und minor, Depressor anguli oris, Quadratus menti), an der einen Seitenhälfte gelähmt sind, so gewinnt die der anderen Seitenhälfte das Uebergewicht. Der Mund wird daher nach der gesunden Seite hin verzogen. Ist der Antlitznerv unmittelbar nach seinem Austritte aus dem Griffelloche bei einer Operation durchschnitten worden, so ereignet es sich bisweilen, daß der Mundwinkel plötzlich nach der entgegengesetzten Seite hinüberspringt. Diese Entstellung erhält sich längere oder kürzere Zeit. Schlaganfälle können sie rasch, und Geschwülste, welche den Antlitznerven drücken, allmählig hervorrufen.

Die Wange, die Ober- und die Unterlippe der kranken Seite hängen schlaff herab. Das Gesicht hat hier seinen eigenthümlichen Ausdruck verloren und der Mensch besitzt gleichsam zwei Profile, je nachdem man ihn von dieser oder von jener Seite betrachtet. Alle mimischen Ausdrücke beschränken sich nur auf die gesunde Hälfte des Antlitzes. Er spricht, lacht und weint nur mit dieser. Er kann den leidenden Mundwinkel nicht vollständig schließen. Es träufelt oft Speichel zu dieser regelwidrigen Oeffnung heraus. Ein Theil der Flüssigkeiten, die er getrunken, dringt zu ihr nicht selten hervor. Der Kranke ist nicht im Stande, zu saugen, oder andere Thätigkeiten, welche einen vollständigen Verschluß der Mundhöhle voraussetzen, zu vollführen. Versucht er die Backen aufzublasen, so bläht sich die kranke Wange wie ein schlaffes Segel auf und die Luft stürzt in größeren Massen zu dem leidenden Mundwinkel heraus. Der Mensch spannt endlich die Haut in der Gegend des Unterkiefers unvollkommener an. Fig. 345 kann ein ungefähres Bild der Physiognomie eines solchen Kranken geben.

Fig. 345.

Wir haben schon früher gesehen, daß der weiche Gaumen in vielen Fällen regelrecht steht, daß es überhaupt zweifelhaft ist, ob eine krankhafte Lage dieses Theiles die Lähmungen des Antlitznerven nothwendiger Weise begleitet. Das Kauen und die Fortbewegung der Speisen ist nur in sofern gestört, als nicht selten Bruchstücke der Nahrungsmittel zwischen der Wange und den Lippen der gelähmten Seite haften bleiben. Die Veränderung der Geschmackswerkzeuge (S. 386) und die Schwierigkeit der genaueren Tonauffassung gehören zu den zweifelhafteren Zeichen. Die Speichelabsonderung scheint nur in Ausnahmsfällen vermindert zu sein [1]). Die Unterkiefer- und die Unterzungendrüse und selbst die Ohrspeicheldrüse können dann anschwellen und reichlichere Flüssigkeitsmengen bei einem auf sie ausgeübten Drucke entleeren.

Die Empfindlichkeit der Theile kommt nur insofern in Betracht, als die Verzweigungen des Antlitznerven beträchtliche Mengen fremdartiger Fasern einschließen. Sie kann daher theilweise leiden, sowie die untergeordneten Aeste angegriffen sind. Der Mangel der nöthigen Bewegungen wird überdies die Feinheit des Tastvermögens in mancher Hinsicht beeinträchtigen. Es beruht dagegen auf einem Mißverständnisse, wenn ältere Aerzte den Gesichtsschmerz von dem Antlitznerven herleiteten. Die Gesichtshaut und die Zunge behalten ihre Tastempfindlichkeit, so wie der Stamm des siebenten Hirnnerven allein gelähmt ist, bei. Man bemerkt dann auch keine auffallenden ursprünglichen Ernährungsstörungen. Die Gesichtshaut erscheint höchstens blasser und schlaffer, als gewöhnlich.

Es kommt nur selten vor, daß beide Antlitznerven ihre Thätigkeit gleichzeitig aufgeben. Die meisten der eben erwähnten Zeichen kehren dann in dem ganzen Gesichte wieder. Es fehlt nur natürlich die einseitige Verzerrung des Mundes. Thiere, denen man die Antlitznerven durchschnitten hat, drücken bei dem Fressen die Kiefer an den Boden des

[1]) Fr. Arnold, Bemerkungen über den Bau des Hirns und des Rückenmarks. Zürich 1838. 8. S. 211.

Futterbehälters, um die Thätigkeit der gelähmten Lippen so sehr als möglich auf diese Weise zu ersetzen.

Der Einfluß, den der Antlitznerv auf die mimischen Bewegungen und 4305
mithin auf den sichtlichen Ausdruck der Geistesregungen ausübt, verleiht ihm den Vorrang vor manchen anderen Hirnnerven. Man hat ihn auch in gewisser Hinsicht dem dreigetheilten Nerven gleichzustellen gesucht. Wie dieser die Tastempfindlichkeit der höheren Sinneswerkzeuge vorzugsweise beherrscht, so sollte der Antlitznerv eine ähnliche Stelle für die Bewegungen übernehmen. Es ergiebt sich aber aus dem Früheren, daß dieser Vergleich nicht durchgeführt werden kann. Das siebente Nervenpaar bestimmt nur theilweise die Augenlider, nicht aber den Augapfel und die Regenbogenhaut. Es leitet nur die Verkürzung des Steigbügelmuskels, während die des inneren Hammermuskels wenigstens nicht ausschließlich von ihm, sondern von der kleineren Wurzelabtheilung des dreigetheilten Nerven abhängen dürfte. Die Bewegungen der Zunge werden von dem Zungenfleischnerven und die des weichen Gaumens sichtlicher von dem dreigetheilten, dem herumschweifenden und dem Beinerven geleitet. Man kann daher nur sagen, daß der Antlitznerv ein wesentliches Glied für das Aufriechen bildet, weil die Muskeln der Nase ihrer Lage nach seiner Herrschaft gehorchen müssen.

Die bis jetzt vorliegenden Krankheitsbeobachtungen entscheiden noch nicht mit Sicherheit, bis zu welchem Grade das Gehör bei der Lähmung des Antlitznerven leidet. Gesellt sich Schwerhörigkeit oder Taubheit hinzu, so ist immer der Verdacht begründet, daß der benachbarte Gehörnerv gleichzeitig ergriffen sei. Es wäre dagegen möglich, daß die aufgehobene Thätigkeit des Steigbügelmuskels die untergeordneten Verhältnisse des Hörens beeinträchtigt. Als Rour [1]) an einer Lähmung des Antlitznerven litt, so bemerkte er, daß jede irgend starke Tönung sein Trommelfell etwas schmerzhaft erschütterte. Viele andere Krankheitsfälle boten aber kein Merkmal der Art dar.

Die innige Verbindung, in der die Antlitzmuskeln mit den Geistesregungen stehen, scheint es zu bedingen, daß sie sehr leicht in Hypochondristen, Hysterischen, Onanisten und überhaupt in Menschen mit zerrüttetem Nervensystem in Zuckungen verfallen. Es ereignet sich hierbei, daß sich einzelne Abtheilungen des Kreismuskels der Augenlider, des Aufhebers der Oberlippe, des Lachmuskels ohne äußere Veranlassung verkürzen. Diese Krämpfe können auch die gesammten Gesichtsmuskeln einer oder beider Seiten und in dem letzteren Falle abwechselnd oder gleichzeitig befallen [2]). Der Kranke ändert seinen Gesichtsausdruck in unregelmäßiger Weise oder als wenn er eben lachen oder weinen wollte. Das sardonische Lachen und die übrigen heftigeren Verzerrungen des Gesichts gesellen sich leicht zu tieferen Leiden der Großhirnhemisphären. Wir werden auch in der Folge sehen, daß man die Gesichtsmuskeln frisch getödteter Säugethiere von der Gegend des Ammonshornes aus in Thätigkeit versetzen kann.

VIII. Hörnerv (N. acusticus) (Fig. 344. v.). — Da die gleich- 4306
zeitige Trennung des Antlitz- und des Hörnerven der Meerschweinchen, in denen mir dieser Versuch glückte, keine Schmerzensäußerungen anregte, so kann man hieraus schließen, daß der achte Hirnnervenstamm alle sensiblen Fasern entbehrt. Magendie und Bernard bemerkten auch, daß man das Felsenbein von Kaninchen hoch oben mit der Scheere durch-

[1]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 454.
[2]) V. Francois, Essai sur les convulsions idiopathiques de la face. Bruxelles 1843. 8. pag. 5 sgg.

schneiden kann, ohne daß die Thiere Schmerzenstöne von sich geben oder ihre Pein durch Gegenbewegungen verrathen. Reizt man den Hörnerven in frisch getödteten Thieren, nachdem man das Hirn entfernt hat, so bemerkt man keine Muskelverkürzungen an dem äußeren Ohre oder an irgend einem anderen leicht zugänglichen Theile des Gesichtes. Es wäre denkbar, daß die in dem sonst unversehrten Theile eingeleiteten Verletzungen des Hörnerven Reflexbewegungen in dem Steigbügelmuskel oder dem inneren Hammermuskel, wie die Trennung des Sehnerven Veränderungen im Sehloche nach sich zieht. Es fehlt jedoch noch an Thatsachen, welche diese Annahme sicher zu beweisen im Stande wären.

4307 Die Zerstörung des Hörnerven hat Taubheit zur Folge. Sein vorderer und unterer Ast begiebt sich zur Schnecke und zu dem Säckchen des Vorhofes, sein hinterer und oberer zu dem elliptischen Säckchen, den übrigen Theilen des Vorhofes und den Anschwellungen der halbcirkelförmigen Kanäle. Es ist dagegen bis jetzt nicht geglückt, Primitivfasern des Hörnerven in dem cylindrischen Theile jener Kanäle nachzuweisen.

4308 IX. Zungenschlundkopfnerv (N. glossopharyngeus). (Figur 344 *w*.). — Legt man den Stamm des Zungenschlundkopfnerven unmittelbar nach seinem Austritte aus dem Schädel in lebenden Hunden bloß, so kann man sich in einzelnen Fällen überzeugen, daß er hier schmerzensempfindende Fasern einschließt[1]). Es kommt aber auch vor, daß das Thier keine Verletzung des Hauptstammes oder der Aeste desselben bemerkt oder daß die Ergebnisse in dieser Beziehung an beiden Seiten des Halses abweichen. Verräth aber auch der Hund Schmerzensempfindungen, so fallen diese doch schwächer aus, als wenn man den Zungenzweig des dreigetheilten Nerven oder einen anderen mit zahlreichen sensiblen Fasern versehenen Nervenstamm angreift.

4309 Wir sehen hieraus, daß der Zungenschlundkopfnerv jedenfalls zu den vorherrschend sensiblen Nerven nicht gehört. Es frägt sich dagegen, ob die Empfindlichkeit, welche er bisweilen unterhalb der Schädelgrundfläche darbietet, von Fasern, die schon seine Wurzeln enthalten, oder von Verbindungen, die er vorzüglich mit dem herumschweifenden Nerven eingegangen, oder von beiden Ursachen zugleich herrührt. Haben Katzen und Kaninchen, in denen die Wurzeln des neunten Hirnnerven zusammengedrückt wurden, keine Schmerzenslaute von sich gegeben, so könnte der vorangegangene Eingriff, den die Bloßlegung der Theile nöthig machte, die geringe Empfindlichkeit unterdrückt haben. Hätten sich aber auch Leidenszeichen eingefunden, so würde die Nähe des verlängerten Markes und der Wurzeln des herumschweifenden Nerven diese Merkmale mit Recht verdächtigen.

4310 Hatte Mayo den Halsstamm des Zungenfleischnerven in einem frisch getödteten Esel gereizt, so verkürzte sich der Griffelschlundmuskel (Stylopharyngeus) und der untere Theil des Schlundes. Man kann sich von diesen bewegenden Einflüssen in Hunden oder Pferden häufig überzeugen.

---

[1]) De functionibus nervorum p. 38. 39. Biffi und Morganti, a. a. O. p. 373. Stannius, in Müller's Archiv. 1848. S. 136.

ı sich aber hier schon Fasern des herumschweifenden Nerven an den
ngenschlundkopfnerven angelegt haben, so frägt es sich, ob jener Ver-
zungseinfluß von diesen Verbindungen oder von den Wurzeltheilen des
ınten Hirnnerven selbst herrührt.

Reizte Volkmann[1]) die kleinere Wurzel des Kalbes und der Katze 4311
ch der Entfernung des Gehirns im Innern der Schädelhöhle, so zogen
) der Griffelschlundmuskel (Stylopharyngeus) und der mittlere Schlund-
)ffschnürer (Constrictor faucium medius), nicht aber der weiche Gaumen
ammen. Die größere Wurzel führte nie zu Verkürzungserscheinungen.
:in[2]) bemerkte Bewegungen im Griffelschlundmuskel, dem Gaumenheber
d dem unpaaren Zäpfchenmuskel. Debrou[3]) giebt an, daß die Gal-
nisation des Zungenschlundkopfnerven im Hunde auf den weichen Gau-
n in Ausnahmsfällen einwirkt. Man müsse aber in der Regel alle drei
ch das Loch hindurchtretende Nervenstämme ansprechen, um einen Er-
g wahrzunehmen. Biffi und Morganti, die jeden ursprünglichen
wegungseinfluß nach ihren früheren Untersuchungen in Abrede stellten[4])
ien später[5]) in mittelgroßen Hunden, in dem Schaafe und dem Pferde,
ß der weiche Gaumen, das Zäpfchen und die vorderen Gaumenbogen
wach zitterten. Reizten sie dagegen die Wurzeln des Beinerven, so
t die Bewegung jener Theile in kräftigerem und ausgedehnterem
aaße hervor. Der neunte Hirnnerv soll überdies nach ihnen seine
ıpfindlichkeit kurz nach dem Tode des Thieres verlieren. Reid und
)nget[6]) konnten keinen bewegenden Einfluß wahrnehmen und ich selbst
ı in Hunden, Katzen und Kaninchen nicht glücklicher gewesen. Es ist mir
vorgekommen, daß der herumschweifende und der Beinerv die längste
it die lebhafteste Schlundbewegung anregten, während der unmittelbar
h der Entfernung des verlängerten Markes angesprochene Zungen-
lundkopfnerv keine Verkürzungen lieferte. Dem sei nun wie ihm wolle,
erhellt so viel, daß der größere Theil der Fasern des neunten Hirn-
ven keine Bewegungsfasern von vorn herein einschließt.

Die zahlreichen Nervenzweige, mit denen die Zunge des Menschen 4312
) der Säugethiere ausgerüstet ist, stammen von drei verschiedenen Hirn-
ven, dem dritten Aste des fünften, dem neunten und zwölften Paare.
ınizza[7]) fand zuerst durch vergleichende an Hunden angestellte Versuche,
ı die Zungenzweige des dreigetheilten Nerven der Tastempfänglichkeit,
des Zungenfleischnerven dem Geschmacksvermögen und die des Unter-
ıennerven den Bewegungen der Zunge vorstehen. Die Erfahrungen
übrigen Forscher stimmen darin überein, daß die Bewegungen nur von
ı zwölften Hirnnerven abhängen und daß das fünfte Nervenpaar die
ıtempfindlichkeit der Zunge vor Allem vermittelt. Während aber Einige

---

Volkmann, in Müller's Archiv. 1840. 8. S. 489. 90. 92.
Hein, Ebendaselbst. 1844. S. 321.
Debrou, bei Longet a. a. O. Tome II. p. 222.
Biffi u. Morganti, a. a. O. p. 381. 382.
Biffi u. Morganti, in Müller's Archiv. 1847. S. 357 — 362.
Longet, a. a. O. Tome II. p. 220.
B. Panizza, a. a. O. S. 27 fgg.

die Geschmacksthätigkeit der Zunge dem Zungenschlundkopfnerven ausschließlich zuschreiben, leiten sie Andere von ihm und dem dreigetheilten Nerven gemeinschaftlich ab. Alle neueren Schriftsteller geben endlich zu, daß der Zungenschlundkopfnerv Fasern, welche Geschmackseindrücke hervorrufen, einschließt.

4313 Hat man die beiden Unterzungennerven (N. N. hypoglossi) so hoch als möglich am Halse in Hunden, Katzen oder Kaninchen durchschnitten, so hat das Thier allen Willenseinfluß auf die selbstständigen Bewegungen der Zunge, nicht aber das Tastvermögen derselben verloren. Unangenehm schmeckende Körper werden noch deutlich wahrgenommen. Jeder in die Zunge gemachter Einstich führt Schmerzensempfindungen herbei. Es kommt vor, daß die Zunge, deren Oberfläche sich nicht mehr kräuselt, deren Wärzchen sich nicht mehr aufrichten, bei der Reizung des Kopfes oder bei Kauversuchen vorfällt und nicht mehr zurückgezogen werden kann. Beißt dann der Hund mit seinen Zähnen hinein, so heult er laut auf. Er kann sich in der Regel für den Augenblick nicht helfen. Es gelingt ihm nur nach vielen Bemühungen, die Zunge durch Bewegungen des Kopfes, durch heftige Schluckanstrengungen und durch lebhafte Verkürzungen der das Zungenbein hinabführenden Muskeln in ihre alte Lage zurückzubringen. Das Kauen ist unter diesen Verhältnissen beträchtlich erschwert. Einzelne Bruchstücke der Nahrungsmittel bleiben nicht selten auf der Zunge liegen. Andere bahnen sich mit Mühe einen Weg längs der Wangen und der Zähne. Manche fallen wieder zum Munde heraus. Die Fortschaffung der Getränke ist ebenfalls auf Schwierigkeiten. Sind aber einmal die Nahrungsmittel in den Rachen eingedrungen, so gehen sie, wie gewöhnlich, weiter, es sei denn, daß einzelne Bruchstücke der Lähmung der Zunge wegen in die Mundhöhle von Neuem zurückkehren.

Eine einseitige Unthätigkeit der Wurzeln des Unterzungennerven lähmt auch in dem Menschen die entsprechende Zungenhälfte. Es kehrt dann etwas Aehnliches, wie nach der Lähmung des Antlitznerven wieder, d. h. die Muskelmassen der gesunden Seite gewinnen das Uebergewicht. Die Zunge krümmt sich daher und ihre Spitze wird nach einer Seite hingewendet. Wir werden jedoch in der Folge sehen, daß auch andere Ursachen die solche krankhafte Stellung möglich machen.

Es versteht sich von selbst, daß die Zungenlähmung das Sprechen stören muß. Menschen, die von einem Schlaganfalle heimgesucht worden, Cretins, Personen mit Wasserausschwitzungen im Gehirn belegen diesen Satz auf das Deutlichste. Die Sprache wird dann lallend und undeutlich.

4314 Jeder Eingriff, den die Zungenzweige des dreigetheilten Nerven (R. linguales N. trigemini) in dem Hunde, der Katze, dem Pferde, dem Esel, dem Kaninchen oder dem Meerschweinchen trifft, pflegt die heftigsten Schmerzenszeichen hervorzurufen. Hat man die beiden Nervenstämme, hoch als möglich, im Hunde durchschnitten, so ist alle Tastempfindlichkeit der vorderen Hälfte der Zunge verloren. Man kann sie stechen, schneiden oder brennen, ohne daß sich das Thier um diese Verletzung kümmert. Die hintere Zungenhälfte dagegen liefert andere Erzebnisse, weil sie schon Fasern von dem zweiten Aste des dreigetheilten Nerven nimmt. Obgleich die Bewegung der Zunge ursprünglich nicht leidet

ein Reiz, der das peripherische Stück der durchschnittenen Nerven trifft, keine Zuckungen hervorruft, so erscheint doch das Kauen erschwert, weil die Vorderhälfte der Zunge ihres Gefühles beraubt ist und daher in der Bestimmung der nöthigen Bewegungen gestört wird. Bruchstücke der Nahrungsmittel, abgeschorene Haare und andere Körper, die zufällig auf die unempfindlichen Stellen der Zungenoberfläche gerathen sind, bleiben hier nicht selten Stunden lang liegen. Das Thier läßt oft einzelne Speisemassen, die es in den Mund genommen, herausfallen. Es beißt sich nicht selten in die Zunge, zerreißt diese und bekommt dann Geschwüre, die keine merklichen Schmerzen verursachen. Hat man die Operation in Kaninchen vorgenommen, so kann man die Zunge zwischen die Zähne einklemmen, ohne daß sich ein Widerstand kund giebt. Hunde oder Katzen, die auf solche Weise verstümmelt worden, verrathen den deutlichsten Widerwillen, so wie sie mit bitteren Stoffen vermischte Nahrung verschlucken müssen. Wir sehen hiernach, daß die Zungenzweige des dreigetheilten Nerven einen wesentlichen Einfluß auf die Tastempfänglichkeit der Zunge ausüben, daß aber ihre Unthätigkeit das Geschmacksvermögen nicht aufhebt. Es ergiebt sich hieraus, daß sie in keinem Falle als die ausschließlichen Geschmacksnerven betrachtet werden dürfen.

Hat man die beiden Zungenschlundkopfnerven (N. N. glossopharyngei) 4315
eines Hundes kurz nach dem Austritte aus dem Schädel durchschnitten, so leidet weder die Beweglichkeit, noch die Tastempfänglichkeit der Zunge. Das Thier nimmt den geringsten Einstich wahr. Man bemerkt gar keine oder höchstens nur sehr untergeordnete Störungen der Schluckbewegungen. Panizza fand, daß Hunde, die auf solche Weise operirt worden, sehr bittere Massen, wie eine Abkochung von Coloquinthen ohne den geringsten Widerwillen zu sich nahmen, daß also ihr Geschmack völlig aufgehoben war, daß aber die Trennung der Zungenäste des dreigetheilten Nerven diese Sinnesempfindungen gar nicht störte. Halten wir uns an die Forscher, welche diese Frage durch Versuche, die sie an Säugethieren anstellten und nicht durch bloße theoretische Schlüsse entscheiden wollten, so gelangten Rapp[1]), Stannius und ich zu den gleichen Ergebnissen, wie Panizza. Joh. Müller, Gurlt und Kornfeld, Alkok, Reid und Longet[2]) bemerkten noch Geschmackseindrücke, wenn sie die beiden Zungenschlundkopfnerven, wahrscheinlich nicht unmittelbar unter der Schädelgrundfläche, durchschnitten hatten. Bidder[3]) kam zu keinen völlig entscheidenden Ergebnissen, findet es jedoch sehr wahrscheinlich, daß der Zungenschlundkopfnerv den Sinnesnerven des Geschmackes bildet. Biffi und Morganti[4]) geben endlich an, daß das neunte Nervenpaar nach den von ihnen angestellten Untersuchungen die Geschmacksempfindungen der beiden

[1]) Rapp, in V. Bruns Diss. sistens Disquisitiones anatomico-physiologicas de Nervis Cetaceorum cerebralibus. Tubingae 1836. 8. p. 39.
[2]) Vergl. De functionibus nervorum p. 40. Longet, a. a. O. Tome II. p. 225.
[3]) Bidder, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abth. I. S. 7 und 8.
[4]) Biffi und Morganti, a. a. O p. 438.

ll, beharrlich zurückweiſt, ſie, ſo wie ſie in den Mund gelangt iſt, ſogleich auswirft und n Hunger der Aufnahme der übel ſchmeckenden Speiſen vorzieht.

Biffi und Morganti [1]) bemühten ſich, die einzelnen Stellen, die der Geſchmacksnpfindung fähig ſind, in ähnlicher Weiſe, wie im Menſchen (§. 4137), in den operirten unden aufzufinden. Sie betupften daher die verſchiedenen Bezirke mit einem Schwämmen, das an einem Stabe befeſtigt und mit bitteren Maſſen durchtränkt war. Sie zerbten auch die Geruchsnerven junger Thiere, damit der nachtheilige Einfluß der Geche beſeitigt würde [2]). Ich muß frei bekennen, daß es mir hierbei nicht glückte, bedigende Ergebniſſe ſelbſt an geſunden Geſchöpfen zu erhalten. Hat man die Zungenipe mit einer geſchmackloſen Flüſſigkeit oder mit einer Chininlöſung beſtrichen, ſo kann ſich in beiden Fällen ereignen, daß das Thier ruhig bleibt, Schluckbewegungen macht er ſich von vornherein lebhaft zu wehren ſucht. Kaubewegungen können in allen Fäla nachfolgen.

Stannius [3]), der ſeine Verſuche auf eine ſehr zweckmäßige Weiſe an Katzen anſtellte, wählte reines Chinin, das er der Milch beimengte. Es zeigte ſich hier ein kerkmal, das von dem Willen des Thieres unabhängig iſt. Giebt man nämlich mit hinin vermengte Milch geſunden Katzen oder ſolchen, in denen die Unterzungennerven er die Zungenzweige des dreigetheilten Nerven durchſchnitten worden, ſo tritt eine trächtliche Menge zähen Speichels zur Mundhöhle binnen Kurzem heraus. Dieſes richen, das wohl mit Recht mit dem Ekelgefühle in Verbindung gebracht werden kann, ilt in allen Katzen, in denen man die Zungenſchlundkopfnerven vollſtändig ausgeriſſen hat.

Menſchen, die an Lähmung des dreigetheilten Nerven leiden, ſchmecken noch deutlich s Bittere des Chinins oder der Coloquinthen. Wenn ein von Meyer [4]) beobachtes geiſtesſchwaches Mädchen Zucker, Eſſigſäure, Tinte und Rhabarberpulver in der vorren Hälfte der gelähmten Seite nicht wahrnahm, ſo fragt es ſich noch, wie ſich rein ttere Maſſen verhalten haben würden. Der Zucker, der hier allein in Betracht kommen nn, wird auch von einzelnen geſunden Menſchen vorn bloß an beſtimmten Stellen d ſelbſt nur mit Hilfe von Zungenbewegungen geſchmeckt. Ein ähnlicher von Bérd [5]) beobachteter Fall lieferte übrigens das Ergebniß, daß Süßigkeiten an der ſenſi gelähmten Zungenhälfte vollſtändig erkannt wurden. Die Entartungen des Zungenlundkopfnerven, die man bis jetzt im Menſchen beobachtete [6]), geben keine ſichere Ausute für die phyſiologiſchen Verhältniſſe, weil die Zerſtörungen zu viele andere Gebilde rafen oder die Lebenserſcheinungen zu unvollkommen verfolgt worden ſind.

Will man den Unterzungennerven in jungen Katzen durchſchneiden, ſo verfährt man i Einfachſten, wenn man ſich den neben der Halsſchlagader verlaufenden Stamm des umſchweifenden Nerven aufſucht, bis zu dem Knoten deſſelben vordringt und den ſtari quer hinübergehenden Unterzungennerven ausreißt. Man kann auch auf dem glein Wege zu dem Zungenſchlundkopfnerven, der vor der Knochenblaſe dahingeht, gelan. Es koſtet jedoch etwas mehr Mühe, den Nerven hier aufzufinden. Der Anfänger ß ſich überdies vor einer Verwechſelung mit dem Unterzungennerven hüten.

Arbeitet man an größeren Thieren, ſo handelt man am zweckmäßigſten, wenn man en der drei Zungennerven unmittelbar aufſucht. Vorſchriften hierfür finden ſich bei anizza, a. a. O. S. 28—31 u. 42. 43. De functionibus nervorum p. 40—42.

X. und XI. Herumſchweifender Nerv (N. vagus) (Fig. 344 *x*.) 4316
d Beinerv (N. accessorius) (Fig. 344 *y*.). — Scarpa, Arnold d Biſchoff verglichen zuerſt dieſe beiden Nerven mit den doppelten

---

) Biffi und Morganti, a. a. O. p. 391.
) Biffi und Morganti, a. a. O p. 401.
) Stannius, in Müller's Archiv. 1848. S 132 — 38 und F. Uterhart, De functionibus Nervi hypoglossi, rami lingualis. N. trigemini, Nervi glossopharyngei. Rostochii 1847. 8. p. 12 fgg.
) F. de Meyer, Diss. inauguralis medica sistens paralyseos Nervi Trigemini casum. Francofurti ad Moenum 1847. 8. p. 22 und 28.
) Longet, a. a. O. Tome II. p. 234.
) Vergl. De functionibus nervorum p. 44. Longet, a. a. O. Tome II. p. 231 — 35. Meyer, a. a. O. p. 11.

Wurzeln eines Rückenmarksnerven. Es ſollte hiernach der herumſchweifende Nerv urſprünglich nur Empfindungen und der Beinerv die Bewegungen ausſchließlich vermitteln. Die Verſuche, welche Biſchoff über den Einfluß des Beinerven angeſtellt hatte, verſchafften dieſer Auffaſſungsweiſe allgemeinern Eingang, ſo daß Gaedechens, Joh. Müller, Bendz, Longet und ich jene Anſchauungsweiſe als richtig betrachteten. Spätere Beobachtungen, die an friſch getödteten Säugethieren angeſtellt wurden, lehrten jedoch, daß die Reizung der Wurzeln des herumſchweifenden Nerven Bewegungen bedingt. Verſuche an lebenden Geſchöpfen machten es wahrſcheinlich, daß einzelne Fäden des Beinerven Schmerzensempfindungen anregen. Joh. Müller, Biſchoff und ich ſind daher auch von jener urſprünglichen Vorſtellungsweiſe zurückgekommen. Bell und Heuſinger hatten ſchon früher beide Nervenſtämme für gemiſcht angeſehen[1]).

4317 Reizte ich die bloßgelegten Wurzeln des herumſchweifenden Nerven in dem lebenden Kaninchen, ſo gab das Thier ſehr hohe und kräftige Schmerzenstöne von ſich. Sie dauerten jedoch nicht ſo lange, als wenn der dreigetheilte Nerv innerhalb der Schädelhöhle durchſchnitten wurde.

4318 Joh. Müller[2]) fand ſchon an einem lebenden Hunde, daß die Reizung der Vaguswurzeln Bewegungen im Schlunde veranlaßte. Ich ſah die gleiche Erſcheinung, wenn ich die hinteren Wurzelbündel des herumſchweifenden Nerven in friſch getödteten Hunden oder Kaninchen anſprach, wurde zuerſt hierdurch an jener Theorie zweifelhaft, bezog aber endlich das Ergebniß auf die vorderen Urſprungsbündel des Beinerven[3]). Ich habe ſpäter noch häufig die lebhafteſten Bewegungen des Schlundes und der Speiſeröhre in Folge des mechaniſchen Druckes der Vaguswurzeln in Katzen und Hunden wahrgenommen. Volkmann[4]) bemerkte unter dieſen Verhältniſſen, daß ſich der Heber des weichen Gaumens (Levator palati mollis), der unpaare Zäpfchenmuskel (Azygos uvulae), der hintere Gaumenbogen, einzelne Kehlkopfmuskeln (Crico-thyreoideus, Crico-arytaenoidei posticus und lateralis und Hyothyeroideus), ſo wie die Speiſeröhre zuſammenzogen. Stilling ſah die Einflüſſe, welche auf den Schlund, die Speiſeröhre, den Magen und die Stimmritze ausgeübt werden. Van Kempen und Schwann[5]) bemerkten die Bewegungen in den Schlundkopfſchnürern, der Speiſeröhre, den Innentheilen des Kehlkopfes, dagegen nicht in dem weichen Gaumen der Hunde (mit Ausnahme des Pharyngostaphylinus). Hein[6]) und Biſchoff[7]) fanden endlich, daß die Vaguswurzeln den Gaumenheber, den unpaaren Zäpfchenmuskel und den hinteren Gaumenbogen zur Zuſammenziehung nöthigen. Longet[8]) konnte keine Verkürzungen im Pferde und dem Hunde wahrnehmen.

---

[1]) Vergl. De functionibus nervorum. p. 45. 46.
[2]) Joh. Müller, Physiologie. Bd. I. Vierte Aufl. Coblenz 1844. 8. S. 568.
[3]) Vergl. De functionibus nervorum p. 45. 46. Anmerkung 1.
[4]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1840. S. 493.
[5]) Repertorium. Bd. VIII. S. 321.
[6]) Hein, in Müller's Archiv. 1844. S. 325.
[7]) Bischoff, Ebendaſelbſt. 1846. S. 80. [8]) Longet, a. a. O. Tome II. pag. 265.

Gelingt es, die Wurzeln des Beinerven in dem Kaninchen bloßzu- 4319
gen, so giebt das Thier keine Schmerzenszeichen im Augenblicke der Durch-
hneidung zu erkennen. Wiederholt man das Gleiche am Hunde, so er-
lt man häufig daſſelbe Ergebniß. Das Thier ſchreit aber auch biswei-
n, ſo wie man ſich dem verlängerten Marke nähert. Dieſe Thatſache
rliert aber an Sicherheit, weil die ausgedehnteſte Verletzung der Bloß-
gung der Nervenwurzeln vorangeht, beträchtliche Blutungen die freie
usſicht ſtören und die Nähe des verlängerten Markes oder anderer emp-
ndlicher Theile Täuſchungen herbeiführen kann. Bernard[1]) giebt an,
ß der Theil des Beinerven, welcher hinter dem verlängerten Marke
gt, in allen Fällen unempfindlich ſei. Die weiter nach vorn verlaufende
btheilung dagegen bietet nach ihm einen gewiſſen Grad von Schmerz-
pfindlichkeit dar. Dieſe ſpricht ſich um ſo deutlicher aus, je mehr man ſich
n Wurzeln des herumſchweifenden Nerven annähert. Es erhellt hier-
s jedenfalls, daß der Beinerv zu den ſehr empfindlichen Nerven nicht
hört.

Alle Forſcher, die ſich mit Reizverſuchen beſchäftigt haben, ſtimmen 4320
rin überein, daß die Wurzeln des Beinerven den Kopfnicker (Sternoclei-
mastoideus) und den Kappenmuskel (Cucullaris) in Bewegung ſetzen.
ie weichen dagegen in den übrigen Punkten ab. Longet[2]) ſowohl, als
[3]) bemerkten noch Verkürzungen in den Kehlkopfmuskeln, dem Schlunde
d der Speiſeröhre. Volkmann[4]) giebt dagegen nur zu, daß ſich bis-
eilen ein Einfluß auf den weichen Gaumen verräth. Er bemerkte ein
al Bewegungen im Kehlkopfe, ſah hin und wieder Verkürzungen im
eichen Gaumen, leitet aber die Zuſammenziehungen des Schlundes und
r Speiſeröhre nur von den Wurzeln des herumſchweifenden Nerven her.
ein und Biſchoff endlich gelangten zu dem Ergebniſſe, daß die Wur-
lfäden des zehnten, wie des eilften Hirnnerven auf den weichen Gau-
n (Levator palati mollis, Azygos uvulae und Pterygopalatinus) wir-
n können.

Faſſen wir dieſe älteren Mittheilungen zuſammen, ſo unterliegt es 4321
nem Zweifel, daß die Wurzelfäden des Beinerven die Verkürzungsge-
de des Anfanges der Verdauungswerkzeuge beherrſchen. Vergleiche ich hier-
t zahlreiche Reizverſuche, die ich in den letzten Jahren angeſtellt habe,
unterliegt es mir keinem Zweifel, daß die Zuſammenziehung der meiſten,
nicht aller genannten Theile auftreten, man möge die Urſprungsfäden
s herumſchweifenden oder des Beinerven anſprechen. Ich hatte z. B.
n Schlund und die Speiſeröhre eines friſch getödteten großen Hundes
ß gelegt und das Gehirn, das verlängerte Mark nebſt dem oberſten
eile des Rückenmarkes entfernt. Drückte ich dann die Wurzeln des her-
ſchweifenden Nerven zuſammen, ſo verkürzte ſich die Speiſeröhre auf

---

) Bernard, in den Archives générales de Médecine. Paris 1844. May. p. 53.
) Longet, a. a. O. Tome II. p. 265.
) De functionibus nervorum. p. 45 fgg.
) Volkmann, in Müller's Archiv. 1840. S. 498 u. in R. Wagner's Handwör-
terbuch. Bd. II. S. 389.

das Lebhafteste. Ging ich zu den Wurzeln des N bloß zu den vordersten über, so erhielt ich eine gung der Speiseröhre. Begann ich in anderen Ve ven, so kehrte das Gleiche wieder. Es kann daß liegen, daß die Muskelmassen der Speiseröhre aus bestimmt zu werden vermögen. Die Versuche kopfmuskeln anstellt, gelingen seltener. Die Emp in der Regel in auffallend kurzer Zeit. Es ist n gekommen, daß jene Muskeln die Reizung der oder der Aeste des zehnten Paares nicht mehr l die Speiseröhre noch lange nachher in Folge eine zeln des herumschweifenden oder des Beinerven menzog.

4322 Der Einfluß, den das zehnte Nervenpaar a und die Unterleibseingeweide ausübt, wird uns i ren Orten beschäftigen. Wir werden auch bei d daß hier die Verkürzungen häufig genug, sowohl den Accessoriuswurzeln aus angeregt werden.

Bedenkt man, daß sich die hintersten Ursprungsfäden von den vordersten des Beinerven nur unvollkommen tren von selbst, daß die oben erwähnten entscheidenden Ergebn über deren Wesen kein Zweifel obwaltet. Man stößt hierb sache, daß dieselbe größere Muskelmasse von den verschi lebhaftesten Thätigkeit angeregt wird.

4323 Der sogenannte vordere Ast des Beinerve des herumschweifenden Nerven verbinden sich a Jugularknoten des Letzteren. Es gehen hierbe eilften Paares in das zehnte über. Der äußere Fasern von dem herumschweifenden Nerven ebens vortretende Vagusstamm enthält auf diese Weise Accessorius.

4324 Man kann der Endverbreitung nach schließ herumschweifenden Nerven (R. auricularis N. vagi äußeren Gehörgange und vielleicht auch dem Reizt man die Schlundzweige (R. R. pharyngei) gethieren, so verkürzen sich die Muskeln des Sch Gaumens. Schneidet man diese Nerven in leb erhält man nicht selten deutliche Schmerzensä huſtet und erbricht sich dann häufig, so wie es Speisemassen zu sich genommen. Es vermeidet und geht bisweilen am Hungertode zu Grunde Bissen und selbst diese bloß unter der Mithilfe d benbewegungen in den Magen hinabführen. Ein ton (Deglutitio sonora), wie er auch in Menschen vorkommt, begleitet bisweilen jene mühsamen S

eſchmacksempfindung erhält ſich unter dieſen Verhältniſſen. Es bleibt
gegen dahingeſtellt, ob das Gefühl des Durſtes weſentliche Veränderun-
n erleidet oder nicht.

Der herumſchweifende Nerv verſorgt den Kohlkopf mit zwei verſchieden- 4325
tigen Hauptäſten, einem oberen (R. laryngeus superior), der hoch oben
der Nachbarſchaft der Schlundzweige entſpringt, und einem unteren
l. laryngeus inferior s. recurrens Vagi), der im Menſchen rechts un-
r der Schlüſſelbeinſchlagader und links in der Nähe des Aortenbogens
ntſteht und zu dem Kehlkopfe emporſteigt. Da überdies der Stamm des
rumſchweifenden Nerven zahlreiche Zweige für das Herz und die Lun-
n abgiebt, ſo gewinnt er einen bedeutenden Einfluß auf den Kreislauf
nd die Athmung. Dieſes verleiht ihm eine Wichtigkeit, wie ſie keinem
deren Hirnnerven zukommt.

Betrachten wir die Kehlkopfzweige, ſo ergiebt ſich, daß zwar beide 4326
den gemiſchten Nerven gerechnet werden müſſen. Der obere zeichnet
h aber durch eine verhältnißmäßig geringe Empfindlichkeit und der untere
rch die Herrſchaft, welche er über die meiſten Kehlkopfmuskeln übt, aus-
ie Thiere, denen die beiden oberen Kehlkopfnerven durchſchnitten worden,
nnen Monate lang ohne erhebliche Athembeſchwerden fortleben. Trennt
an dagegen die unteren Kehlkopfzweige, ſo verrathen ſich durchgreifendere
törungen, die ſogar bisweilen den Tod binnen Kurzem nach ſich ziehen.

Drückt man den oberen Kehlkopfzweig in Hunden oder Kaninchen zu- 4327
mmen, ſo erhält man in der Regel lebhafte Schmerzensäußerungen. Iſt
ch der Nerv mit dem Gehirn verbunden, ſo geht dann oft der Kehlkopf
f und nieder. Wiederholt man den Verſuch an dem durchſchnittenen
tamme, ſo verkürzen ſich die dem Kehlkopfe benachbarten Theile des
chlundes und der Schild-Ringknorpelmuskel (Cricothyreoideus). Volk-
ann[1]) giebt an, daß ſich der Ringſchildknorpelmuskel, der obere Schlund-
pfſchnürer (Constrictor faucium supremus) und in Hunden und Kälbern
r Zungenſchildknorpelmuskel (Hyothyreoideus) zuſammenzogen. Longet[2])
merkte, daß jene bewegenden Faſern nur dem äußeren Aſte angehören.
er innere dagegen enthält nach ihm einzig und allein Empfindungsfaſern.
urchſchneidet man nur die letzteren, ſo bleibt auch die Stimme des Thie-
s unverändert. Trennt man dagegen die beiden äußeren Aeſte oder die
nzen Stämme der oberen Kehlkopfzweige, ſo bringen die Hunde rauhe
öne hervor. Die Lähmung der Ringſchildknorpelmuskeln (Cricothyreoi-
i) machte es unmöglich, daß die Stimmbänder der Länge nach geſpannt
rden (§. 3075.).

Ein Eingriff, der die unteren Kehlkopfnerven trifft, ruft die Schmer- 4328
nsäußerungen, welche die oberen herbeizuführen pflegen, nicht hervor.
an kann ſie ſogar in einzelnen Kaninchen oder Hunden, ohne daß ſich
e Thiere regen, zuſammendrücken und abreißen. Prüft man ſie unmit-

---

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1840. S. 434.
[2]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 273.

telbar nach dem Tode, so ziehen sich die Kehlkopfmuskeln, die bei dem oberen Äße nicht genannt wurden, (Cricoarytaenoidei lateralis und posticus, Thyreoarytaenoideus und Arytaenoideus transversus) zusammen. Da dieser Nervenzweig Muskeln, welche die Stimmbänder spannen (Cricoarytaenoideus posticus) und andere, welche sie erschlaffen (Cricoarytaenoideus lateralis und Thyreoarytaenoideus) gleichzeitig beherrscht, so ergiebt sich, daß auch hier wieder antagonistische Verkürzungsgebilde von demselben Hauptstamme versorgt werden. Man sieht zugleich, daß der untere Kehlkopfnerv nicht bloß, wie Magendie glaubte, die Erweiterung, sondern auch andere Veränderungen der Stimmritze zu leiten im Stande ist.

Legt man die einzelnen Kehlkopfmuskeln frisch getödteter Hunde durch möglichst einfache Schnitte bloß, so kann man sich von den oben erwähnten Bewegungskräften der beiden Kehlkopfzweige leicht überzeugen. Nur die queren Gießbeckenmuskeln (Arytaenoidei transversi erfordern einige Vorsicht, weil man hier leicht die zu ihnen gehenden Nervenfäden durch die seitliche Spaltung des Kehlkopfes zerstört und daher den Einfluß, den der untere Kehlkopfzweig auf sie ausübt, vernichtet.

4329 Die Folgen, welche die Trennung der unteren Kehlkopfnerven nach sich zieht, wechseln im hohen Grade mit dem Alter des Thieres. Stellt man den Versuch in neugebornen Geschöpfen oder überhaupt in sehr jungen Hunden, Katzen oder Kaninchen an, so gehört es zur Regel, daß zugleich die Athmung in hohem Grade beschränkt wird oder daß selbst die Thiere an Erstickung binnen Kurzem zu Grunde gehen. Legt man eine Luftröhrenwunde an, so hebt man hierdurch jene lebensgefährlichen Zeichen auf, zum Beweise, daß der Verschluß der Stimmritze und die Unmöglichkeit, neue Athemluft in die Lungen einzuführen, die Hauptursachen der Athemnoth bilden. Wiederholt man dagegen die Nervendurchschneidung an erwachsenen Säugethieren, so bleiben jene lebensgefährlichen Zeichen, selbst wenn keine künstliche Oeffnung in der Luftröhre gemacht werden, aus. Die Stimmritze behält hier eine gewisse, für die Athmung hinreichende Breite bei.

4330 Legallois, der auf diesen Altersseinfluß zuerst aufmerksam machte, vermuthete schon, daß hier die Entwickelungsverschiedenheit des Kehlkopfes von wesentlicher Bedeutung ist und daß die das Einathmen begleitende Aspiration die Stimmritze junger Thiere vollständig schließt. Longet[1]) führte den Unterschied auf die Formverschiedenheit der Gießbeckenknorpel und der Athmungsstimmritze (Bd. II. §. 3073.) zurück. Diese fällt in jungen Thieren verhältnißmäßig sehr klein aus. Es fehlen hier noch die inneren Fortsätze der Gießbeckenknorpel. Soll die Athmungsaspiration keinen vollständigen Verschluß zu Stande bringen, so müssen sich die hinteren Ring-Gießbeckenmuskeln (Cricoarytaenoidei postici) zusammenziehen. Die Stimmglottis schließt sich dann, während die Athmungsglottis offen

[1]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 285. u. Recherches expérimentales sur les fonctions des muscles du larynx et sur l'influence du nerf accessoire de Willis dans la phonation. Paris 1841. 8. p. 19.

bleibt. Da aber jene Verkürzungsgebilde von den unteren und nicht von
oberen Kehlkopfzweigen abhängen, so erklärt sich hieraus die Erstickungs-
gefahr, der junge Geschöpfe unterliegen. Aeltere Thiere bedürfen dieser
Nebenhilfe nicht, weil sie starrere Begrenzungsgebilde und ausgebilde-
tere Gießbeckenknorpel besitzen.

Hat man die rücklaufenden Kehlkopfzweige eines jüngeren Kaninchens, 4331
ohne daß Erstickungsgefahr eintrat, durchschneiden können, so ereignet es sich
bisweilen, daß die Athembeschwerden nach der Trennung der oberen Kehl-
kopfnerven zunehmen. Die Lähmung der Ringschildknorpelmuskeln ver-
größert daher die Neigung des Verschlusses der Stimmritze.

Die Unthätigkeit der beiden unteren Kehlkopfzweige scheint die Zahl 4332
der Athemzüge in älteren Thieren zu erhöhen. Hunde können aber
Monate lang nach einem solchen Eingriffe ohne künstliche Luftröhrenfistel
fortleben.

Wir haben gesehen (Bd. I. §. 1219.), daß sich die Stimmritze unter 4333
gesunden Verhältnissen bei dem Einathmen erweitert und bei dem Aus-
athmen verengt. Es ergiebt sich aus dem Früheren, daß sich die Stimm-
bänder vorzüglich von jüngeren Thieren, deren rücklaufende Kehlkopfzweige
durchschnitten worden, bei dem Einathmen annähern und selbst wie Ven-
tile zusammenklappen können. Hat man die beiden herumschweifenden
Nerven in einem Hunde durchschnitten und die Stimmbänder von unten
her bloßgelegt, so nähern sie sich dessenungeachtet im Augenblicke des Nie-
derschluckens. Es kommt aber nach Traube[1]) zu keinem wasserdichten
Verschlusse, wie im gesunden Zustande. Kaninchen lassen in dem gleichen
Falle ein eigenthümliches Rasselgeräusch vernehmen und stoßen nach Schiff[2])
bei dem Kauen auf Schwierigkeiten, so wie man sie gleichzeitig in geistige
Unruhe versetzt. Es kommt nach jenem Forscher in Hunden vor, daß sie
das Schlucken durch eigenthümliche Bewegungen des Rückens unterstützen
oder daß Hustentöne, Würgen oder Erbrechen der Nahrungseinnahme
nachfolgen.

Jüngere Kaninchen und Hunde, deren untere Kehlkopfzweige getrennt 4334
worden, pflegen von selbst nicht zu schreien. Verursacht man ihnen aber
heftige Schmerzen, reizt man z. B. den dreigetheilten Nerven, so bringen
sie sehr feine und etwas rauhe Töne hervor. Hunde sollen nach Longet[3])
nur ein dumpfes Rasseln, wie wenn Luft durch die von den schlaffen
Stimmbändern begrenzte Stimmritze des todten Kehlkopfes durchgetrieben
wird, erzeugen können. Da die Ringschildknorpelmuskeln (Cricothyreoidei)
thätig bleiben, so darf man schon theoretisch vermuthen, daß die Lähmung
der unteren Kehlkopfzweige die Stimme nicht vollkommen vernichtet, so-
bald nur die Stimmritze den zur Tonbildung nöthigen Grad von Schmal-
heit erreichen kann.

Drückt man den Halsstamm des herumschweifenden Nerven da, wo 4335

[1]) Traube, in Griesinger's Archiv. Bd. VII. Stuttgart 1848. S. 467.
[2]) Schiff, in Roser, Wunderlich u. Griesinger's Archiv für physiologische Heilkunde. Stuttgart 1847. 8. S. 703 — 707.
[3]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 278.

er an der Halsschlagader herabgeht, zusammen, so verrathen einzelne Thiere lebhafte Schmerzensäußerungen, während sich andere ruhig verhalten. Diese Verschiedenheit kann in Kaninchen, Hunden, Katzen und Pferden wiederkehren. Man bemerkt nicht selten lebhafte Bewegungen der Speiseröhre. Romberg fand sogar im Pferde und Budge[1]) im Hunde, daß Husten jenem Eingriffe nachfolgte.

Es kommt hin und wieder, vorzüglich in Kindern, vor, daß skrophulöse Drüsen den Halsstamm des herumschweifenden Nerven, den oberen oder den unteren Kehlkopfzweig und einzelne Aeste der Lungengeflechte drücken, daß jene Nervenmassen von Geschwülsten eingehüllt und beengt werden. Man erklärte hieraus, weshalb dann im Leben Erstickungsanfälle, [illegible] oder pfeifende Hustentöne und Schleimrasseln aufgetreten waren. [illegible] der herumschweifende Nerv in diesen Krankheitszeichen ohne [illegible] die ärztlichen Erfahrungen nicht im Stande, manche Räthsel, die sich unter jenen Verhältnissen aufdrängen, zu lösen. Die Athemnoth kehrt [illegible] Wäre auch nur ein herumschweifender Nerv gänzlich [illegible] daß eine gewisse Gruppe von Störungen unausgesetzt [illegible] Man hat andererseits bisweilen die beträchtlichsten der oben erwähnten Entartungen in der Leiche vorgefunden, ohne daß sich jene Beschwerden im Leben geltend machten. Dieser Umstand bestätigt von Neuem, daß die bloße Prüfung mit freiem Auge [illegible] und daß nur die sorgfältigste anatomische Verfolgung der [illegible] und die gewissenhafteste mikroskopische Untersuchung mehr Licht [illegible]

[illegible] Schneidet man den Nerven an der eben erwähnten Stelle durch, so wird der untere Kehlkopfzweig gleichzeitig gelähmt. Man kann nachweisen, daß sich überdies der Einfluß, den der Halstheil des herumschweifenden Nerven ausübt, auf das Herz, die Luftröhre und die Lungen, die Speiseröhre und den Magen erstreckt. Die Wirkungen, die sich noch in der Regenbogenhaut des Auges und in den dünnen Gedärmen kund geben, werden uns in der Folge beschäftigen.

[illegible] Hat der Herzschlag eines frisch getödteten Säugethieres aufgehört, so kann man ihn bisweilen, wenn man den Halsstamm des herumschweifenden Nerven zusammendrückt, von Neuem anregen. Da aber die Thätigkeit des Herzens ohne äußere Veranlassung nicht selten wieder beginnt, so besitzt ein unvollkommeneres Ergebniß, das sich bisweilen darbietet, eine noch größere Beweiskraft. Es ereignet sich nämlich, daß nur einzelne oberflächliche Muskelfasern der Kammern in dem Augenblicke der Nervenreizung in Zuckungen gerathen und unmittelbar darauf still stehen.

[illegible] Ed. Weber und Budge[2]) haben diesen Einfluß, den der herumschweifende Nerv auf das Herz des Frosches ausübt, mit Hilfe der magnetelektrischen Rotationsmaschine noch deutlicher nachgewiesen. Läßt man die sich nach wiederholenden Schläge auf die Halsstämme des herumschwei-

---

[1]) [illegible] Untersuchungen über das Nervensystem. Heft II. Frankfurt a. M. [illegible]

[2]) [illegible] De Paralysi respiratoria. Berolini 1845. 4. [illegible]

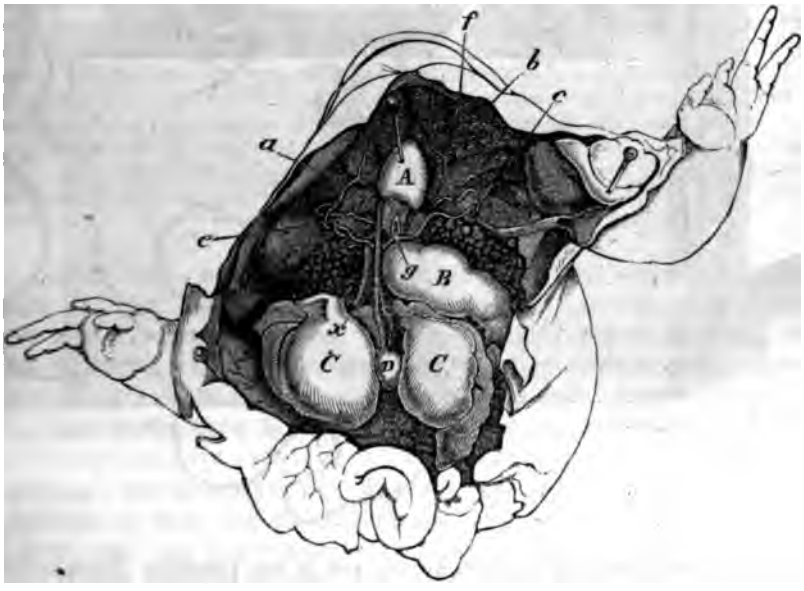
[3]) [illegible] Bd. III. Abth. II. [illegible]

[4]) [illegible] Bd. III. Abth. I. S. 415.

ſenden Nerven wirken, ſo erhält man ähnliche Wirkungen, wie ſie Bd. II. §. 2216 als Folgen der unmittelbaren Berührung der Muskelmaſſe des Herzens beſchrieben worden. Wir werden auf dieſe Erſcheinungen bei der Betrachtung der Herzbewegungen ausführlicher zurückkommen. Hat man die herumſchweifenden Nerven eines lebenden Hundes oder Kaninchens am Halſe durchſchnitten, ſo wird der Herzſchlag ſchwächer, zitternder, unregelmäßiger und ſchneller.

Wir wollen eine von Budge gelieferte Abbildung wiedergeben, damit der Anfänger die Lage und die hier in Betracht kommende Hauptverbreitung des herumſchweifenden Nerven des Froſches wenigſtens ungefähr kennen lerne. *A* Fig. 346 ſoll die nach

Fig. 346.



oben zurückgeſchlagene Herzkammer, *B* den Magen, *C C* die Leber, *D* die Gallenblaſe, *a* die untere Hohlvene, *a* den Unterzungennerven (den erſten Rückenmarksnerven), *b* den Zungenaſt, *c* den Hauptſtamm des herumſchweifenden Nerven, wo er ſich in den Kehlkopfaſt (*d*) und den Darmaſt theilt, *e* den Magenzweig, *f* den Herzzweig und *g* das Geflecht der Herzäſte darſtellen. Man entfernt das verlängerte Mark und legt die Drähte des elektriſchen Apparates an die Gegend der Austrittsſtelle des herumſchweifenden Nerven.

Es kommt in dieſen und vielen anderen Verſuchen, die wir ſpäter kennen lernen werden, viel darauf an, daß der elektriſche Strom eine gewiſſe Stärke nicht überſchreitet und daß er in einem gegebenen Wege von beträchtlicher Kürze dahingeht. Man kann nur unter dieſen Bedingungen eine beſchränkte Stelle des Nervenſyſtems anregen und alle Täuſchungen, welche die Fortleitung der Elektricität ſonſt herbeiführt, vermeiden. Fig. 347 (ſ. f. S.) zeigt uns den Heller'ſchen Magnetelektromotor, wie ich ihn zu ſolchen Nervenunterſuchungen gebraucht habe.

Ein unten geſchloſſener Kohlencylinder enthält mit Salpeterſäure getränkten Quarzſand. Seine obere Oeffnung wird mit einem Korkzapfen geſchloſſen. Ein Kupferring *a* verbindet ihn mit dem Drathe *b*, der ſich in die bald zu erwähnende ſtärkere Spirale fortſetzt. Ein beiderſeits offener und der Länge nach aufgeſchlitzter Zinkcylinder *c* verei-

ningt ſich mit dem Drathe *d*. Beide Cylinder ſtehen in einem Glaſe *e*, das die nöthige Flüſſigkeit enthält. Dünne, oben hakenförmig gebogene Glasſtäbchen hängen an der In-

Fig. 347.

nenſeite des Zinkcylinders *c*, damit dieſer von dem in ihm befindlichen Kohlencylinder entfernt gehalten werde.

Der poſitive Strom geht von dem Zinke *c* durch den feuchten Leiter, die Kohle und den Ring *a* zu dem Drathe *b*. Dieſer ſetzt ſich im Innern des Kaſtens in eine feine und ſtarke Drathſpirale fort, die in *i* hervortritt und durch die Unterlage *h*, den Hammer *g* und *F* und *d* in *c* ausläuft. Eine dünnere, ungefähr hundert Mal ſo lange Drathſpirale iſt um die ſtärkere gewickelt. Ihre Enden entſprechen den Schraubenſtöcken *k* und *l*, in denen die Elektroden befeſtigt werden. Es erzeugt ſich daher in der dünnen Spirale entgegengeſetzter Inductionsſtrom in der dünnen Drathwindung.

Die Spiralwindungen enthalten einen Eiſencylinder, der unter der Wechſelplatte *a* liegt. Er wird im Augenblicke des Stromdurchganges magnetiſch, zieht die Platte *a* hinunter und hebt den Hammer *g* von ſeiner Unterlage *h* ab. Die Leitung wird aber dann unterbrochen, der Strom und der Magnetismus hören auf. Es fällt *g* auf *h* und es erzeugt ſich auf dieſe Weiſe die Arbeit des Hammerwerkes, die ſchon Bd. I. S. 189 erklärt worden.

Man hat vier verſchiedene Mittel, um die Wirkungen des Apparates zu ändern:

1) Die anregende galvaniſche Kette. Iſt der Kohlencylinder mit Salpeterſäure feucht durchtränkt worden, ſo braucht man das Glas *e* nur ungefähr zu ⅓ bis ½ mit Waſſer zu füllen, um die für die Reizverſuche nöthige Stromſtärke zu erzielen. Will man kräftigere Anregungen gebrauchen, ſo nimmt man ſtatt Waſſer Kochſalzlöſung oder verdünnte Schwefelſäure. Die Wirkungen ſteigern ſich im Allgemeinen nach Maßgabe der

Reihenfolge, in der die Flüſſigkeiten eben angeführt worden. Arbeitet der Magnetelektromotor längere Zeit, ſo nimmt ſeine Kraft ab. Befeuchtet man den Quarzſand mit friſcher Salpeterſäure, ſo ſtellt man ſie von Neuem her. Dieſe ändert ſich überhaupt im Laufe des Verſuches. Sie iſt im erſten Augenblicke ſehr ſchwach, erreicht aber eine bedeutende Höhe nach einigen Secunden oder Minuten und ſinkt ſpäter nach und nach. Hat man den Kohlencylinder zu häufig gebraucht, ſo muß man ihn auswaſchen, austrocknen oder ausglühen, um ihm den nöthigen Poroſitätsgrad wiederzugeben.

2) Die bei *n* befindliche Stellſchraube kann bewirken, daß die Länge des Weges, welche der Hammer *g* bei dem Herabfallen durchlaufen muß, wechſelt. Vergrößert ſich jener Abſtand, ſo verkleinert ſich auch die zu derſelben Zeiteinheit gehörende Menge der Schließungen und Oeffnungen der Kette und umgekehrt. Die phyſiologiſche Wirkung nimmt demgemäß ab oder zu.

3) Will man kräftige Schläge erhalten, ſo befeſtigt man ſtarke, einfache oder eingeſponnene überſilberte Kupferdräthe an *k* und *l*. Soll dagegen der elektriſche Einfluß ſchwach und beſchränkt bleiben, ſo nimmt man überſilberte Kupferdräthe *o* und *p*, die nur ungefähr ⅛ Mm. im Durchmeſſer haben und mit Ausnahme ihrer beiden Enden mit Siegellack überzogen ſind, wie es Fig. 347 andeutet. Man klebt ſie in *q* mit Siegellack an einander. Die hervorragenden Endtheile *r* und *s* bleiben metalliſch. Sie können dann bis auf eine kleine beliebige Entfernung zuſammengebogen werden. Man faßt das Ganze bei *q* und legt es an einen kleinen Bezirk des Nervenſyſtems an.

4) Soll die Wirkung noch mehr geſchwächt werden, ſo ſchaltet man den Moderator *t* ein. Die Einrichtung dieſes Theiles iſt ſchon Bd. II. Abth. I. S. 84. 85 beſchrieben worden. Man kann die Wirkungen ändern, je nachdem man die Dräthe nähert und entfernt oder Waſſer, Weingeiſt oder Oel als Zwiſchenflüſſigkeit gebraucht.

Man darf mit Recht vermuthen, daß die Vaguszweige, welche das 4339
Herz aufſuchen, nicht bloß bewegende centrifugale, ſondern auch centripetale Faſern enthalten. Es iſt nicht möglich, dieſe Anſicht auf dem Wege des Verſuches mit Sicherheit zu erhärten. Wir werden aber einige Erſcheinungen, welche jene Meinung unterſtützen, ſpäter kennen lernen.

Es wurde ſchon §. 2436 bemerkt, daß der herumſchweifende Nerv 4340
die Verkürzung der Luftröhre und der Luftröhrenverzweigungen anzuregen vermag. Hat man die beiden Vagusſtämme hoch oben am Halſe durchſchnitten, ſo kann man die Luftröhrenſchleimhaut mechaniſch oder chemiſch reizen, ohne daß Huſtenbewegungen hervorgerufen werden.

Drückt man den Stamm des herumſchweifenden Nerven in lebenden 4341
oder todten Säugethieren zuſammen, ſo erhält man lebhafte Bewegungen der Speiſeröhre (§. 2332 fgg.). Die Speiſeröhrengeflechte führen zu ähnlichen Ergebniſſen. Kaninchen, denen die beiden herumſchweifenden Nerven am Halſe durchſchnitten worden, leiden, wie wir bald ſehen werden, an theilweiſer Lähmung der Schlingwerkzeuge. Da aber Fäden der Speiſeröhrenzweige bis zur Schleimhaut vordringen, ſo kann man mit Recht vorausſetzen, daß ſie nicht bloß bewegende, ſondern auch empfindende Faſern einſchließen.

Reizt man den Halstheil des herumſchweifenden Nerven in friſch ge- 4342
tödteten Hunden, Katzen, Kaninchen oder Pferden auf mechaniſchem Wege, ſo erhält man nicht ſelten deutliche Bewegungen im Magen. Er zieht ſich bisweilen im Ganzen zuſammen, ſchnürt ſich in anderen Fällen durch eine Furche, die ſich von der großen zur kleinen Bogenkrümmung hinzieht, ab und verfällt in noch anderen in ein Wellenſpiel, das meiſt von der Cardia nach dem Pförtner quer fortſchreitet. Setzte ich den durchſchnit-

renen und auf einer Glasplatte gesonderten Halsstamm des herumschweifenden Nerven der Wirkung des Magnetelektrometors im Hunde oder im Kaninchen aus, so erzeugten sich häufig binnen Kurzem mehrere tiefe Einschnürungen im Magen. Eine sehr lebhafte Wurmbewegung kam in anderen Versuchen zum Vorschein.

Es ereignet sich manches Mal, daß der Magen trotz der Anregung des herumschweifenden Nerven ruhig bleibt. Diese unglücklicheren Erfahrungen verführten früher einige Forscher, den bewegenden Einfluß, den der Vagus auf den Magen ausübt, in Abrede zu stellen. Andere suchten die Verschiedenheit des Erfolges von den Füllungsverhältnissen des Magens herzuleiten. Longet [1]) und Blondlot nahmen an, daß der leere Magen keine Bewegungserscheinungen darzubieten pflegt. Ich konnte jedoch sehr lebhafte Verkürzungen in einer Katze, die mehrere Tage vor dem Versuche gehungert hatte und in deren Magen nur einige zusammengeballte Haare vorhanden waren, zu wiederholten Malen wahrnehmen. Kaninchen, die kurz vor dem Tode gefressen hatten, boten sie ebenfalls in vielen Fällen dar. Es beruht daher auf einem Irrthume, wenn man behauptet hat, daß die beiden Extreme der Füllung die Wirkung vereiteln.

Da der herumschweifende Nerv die Speiseröhre verkürzt, so könnte man, wie es scheint, die Magenbewegungen davon herleiten, daß die Speiseröhre an dem Magen zieht und die Muskelhaut desselben auf rein mechanische Weise anregt. Die Erfahrung widerlegt jedoch diese Auffassungsweise. Man bemerkt häufig die Wurmbewegungen, ohne daß sich der Magen im Ganzen im Geringsten verrückt. Die örtlichen Einschnürungen bilden sich in der Regel in der Mitte des Magens oder wenigstens an einem von der Cardia entfernten Punkte, während sich diese vollkommen ruhig verhält. Es kommt in einzelnen Fällen vor, daß nur die Pförtner-, nicht aber die Cardiahälfte den Reiz beantwortet. Schneidet man endlich das untere Ende der Speiseröhre, ohne die benachbarten Vagusstämme zu verletzen, los, so erhält man im Kaninchen häufig genug die verschiedensten Formen der Magenverkürzung so wie man einen der beiden Halstheile des herumschweifenden Nerven anspricht.

4343 Die anatomische Untersuchung lehrt, daß Zweige des herumschweifenden Nerven in das Sonnengeflecht und die Lebergeflechte eintreten. Es erklärt sich hieraus, weshalb der Halstheil jenes Nerven die dünnen Gedärme im Hunde und diese nebst dem Dickdarme in Kaninchen zur Wurmbewegung bestimmen kann. Wir werden auf diese Thatsachen in der Folge zurückkommen.

4344 Man darf mit Recht voraussetzen, daß die Magenzweige des herumschweifenden Nerven empfindende und bewegende Fasern zugleich enthalten. Einzelne bald zu erwähnende Thatsachen unterstützten diese Annahme.

4345 Hat man den Halsstamm des herumschweifenden Nerven in einem älteren Geschöpfe, z. B. einem Hunde, einer Katze, einem Pferde oder einem Kaninchen an der einen Seite durchschnitten, so kann sich das Leben, wenn selbst der Nerv nicht wiederhergestellt wird, sehr lange erhalten. Ein Hund, den ich auf diese Weise operirt hatte, blieb noch mehr als ein Jahre vollkommen wohl. Nimmt man die Verkleinerung des Gebisses aus, so verrieth er keine Beschwerden mehr, sobald nur einige Zeit nach der Verletzung verstrichen war. Die Leichenöffnung lehrte aber, daß sich die beiden Abschnitte des herumschweifenden Nerven wechselseitig entfernt hatten, daß sie merklich geschwunden waren und daß ihre Enden in dem

[1]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 223.

n die Nachbarmuskeln geheftete Fäden ausliefen. Junge Katzen oder Kaninchen dagegen gehen eher zu Grunde.

Ist der Versuch an einem Hunde angestellt worden, so verkleinert sich 4346
as Sehloch des Auges der entsprechenden Seite. Das dritte Augenlid
ird vorgezogen. Man bemerkt bisweilen eine stärkere Röthung der Bindehaut und eine Vermehrung des Schleimabflusses und der Thränenaussonderung. Molinelli[1]) wollte auch eine Farbenveränderung der Regenbogenhaut und eine Abnahme des Pigmentes an einzelnen Stellen beobachtet haben. Diese Erscheinung ist mir in meinen Versuchen nicht aufgefallen. Longet[2]) stellt sie ebenfalls in Abrede. Die Stimme der Hunde pflegt twas rauher oder heiserer zu erscheinen. Die Athemzüge werden rascher, in und wieder tiefer. Das Thier leidet beim Laufen an sichtlicheren lthembeschwerden. Jüngere Geschöpfe können schon das Gleiche in der uhe darbieten. Kaninchen oder kleine Katzen zeigen oft Schleimrasseln nd selbst einen keuchenden oder pfeifenden Athem. Manche Thiere bleiben i der ersten Zeit ruhig, sind traurig oder abgeschlagen und nehmen keine ahrung zu sich. Es kommt aber bisweilen umgekehrt vor, daß junge unde so beträchtliche Mengen von Milch verzehren, daß ihnen die Magengegend sichtlich anschwillt und daß Erbrechen oder Durchfall nachfolgen. as Schlingen stößt meist auf keine wesentlichen Schwierigkeiten. Es ereignet sich jedoch, daß es hin und wieder Husten nach sich zieht. Das Herz opft bisweilen schneller und schwächer.

Ein Säugethier oder ein Vogel, dem die beiden Halsstämme des her- 4437
mschweifenden Nerven getrennt worden, geht in kurzer Zeit zu Grunde. a hierbei die unteren Kehlkopfzweige gelähmt werden, so unterliegen junge unde, Katzen oder Kaninchen binnen Kurzem, so wie man keine Luftröhrenfistel anlegt (§. 4329.). Gebraucht man aber auch diese Vorsicht, so sterben selbst ältere Thiere doch nach wenigen Tagen. Hunde oder Kaninchen eben in der Regel nur 1 bis 2½, die ersteren in einzelnen Fällen auch oder 5, Hühner und Tauben kaum mehr, als 4 Tage.

Die Thiere werden dann sogleich auffallend traurig. Sie bleiben ge- 4348
öhnlich ruhig an der Wand des Behälters sitzen, kümmern sich nicht um as, was in ihrer Nähe vorgeht, lassen sich selbst nicht durch Stöße zu usgedehnteren Bewegungen verleiten und nehmen oft keine Nahrung von lbst zu sich. Tritt später eine fieberhafte Aufregung ein, so verrathen unde, wie es scheint, deutliche Zeichen des Durstes. Es ereignet sich uch, daß sie größere Mengen von Milch oder von anderen Nahrungsoffen verzehren. Das Schlingen stößt auf Schwierigkeiten. Die Thiere uchen die Lähmung der Speiseröhre durch Biegungen des Kopfes oder es Rückens unschädlich zu machen. Ein Theil der Nahrungsmittel gelangt auf diese Weise in den Magen. Man findet aber nicht selten eine rößere oder geringere Menge von Bruchstücken derselben in der Speise-

---

[1]) Molinelli, in De Bononiensi artium et scientiarum Instituto atque Academia Commentarii. Tom. III. Bononiae 1755. 4. p. 290.
[2]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 353.

röhre. Manche fallen auch wieder aus dem Munde des sich anstrengenden Thieres heraus. Man bemerkt oft in Kaninchen, daß Ueberreste der Nahrungsmittel durch die Stimmritze gegangen und nicht bloß in die Luftröhre, sondern auch in die größeren und kleineren Luftröhrenverzweigungen eingedrungen sind. Hunde erbrechen sich häufig. Da die Speiseröhre gelähmt ist, so müssen hierbei unzweifelhaft die Speisemassen ohne selbstständige Nebenhilfe jenes Theiles in die Mundhöhle zurückkehren. Das Erbrechen selbst ist meist mit heftigen Ausathmungsstößen verbunden. Die Athmung wird nach und nach beschwerlicher. Die einzelnen Athemzüge folgen sparsamer auf einander. Sie gewinnen zugleich an Tiefe, so wie die Athembeschwerden heftiger eingreifen. Hat man den Versuch an jungen Albinokaninchen angestellt, so kann man bisweilen deutlich wahrnehmen, wie die Ohren in stärkerem Grade geröthet und zwar zuerst hochroth und später blauroth erscheinen. Die Lippen, die Zunge, die Ränder der Nasenlöcher anderer Säugethiere oder der Kamm der Hähne erhalten ebenfalls eine schwärzlich blaue Farbe, sobald die Störung der Athmung die gehörige Umwandlung und die regelrechte Vertheilung des Blutes gestört hat. Die Eigenwärme sinkt zugleich. Sie kann sich dagegen in Vögeln kurz vor dem Tode oder auch früher mit der Zunahme der Menge der Athemzüge von Neuem vergrößern [1]). Das Thier fühlt sich kälter an, es friert zugleich bei den geringsten Veranlassungen. Greift die Athemnoth der Hunde oder der Kaninchen tiefer ein, so bemerkt man lebhafte Bauchathmung und nicht selten Schleimrasseln oder Sägegeräusche bei jedem Athemzuge. Der Tod kann endlich ohne weitere stürmische Zeichen eintreten. Es ereignet sich aber auch vorzüglich in Kaninchen, daß sie in ihren letzten Augenblicken unruhig werden, rasch dahinschießen oder plötzlich umsinken und unter heftigen Krämpfen zu Grunde gehen.

4349 Oeffnet man dann die Leiche, so findet man, daß die Schleimhaut des Magens, wenn dieser Speisereste enthält, sauer reagirt. Sie selbst oder deren Wasserauszug kann zu künstlichen Verdauungsversuchen benutzt werden. Das Gleiche gilt von dem Kropfe der Hühner, denen die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten worden. Eiweißwürfel werden vollkommen aufgelöst. Es bedarf hierzu bisweilen nur der Sonnenwärme und selbst keines fremdartigen Zusatzes von Säure. Wir können hieraus schließen, daß die Trennung der beiden herumschweifenden Nerven die Absonderung eines sauern wirksamen Magensaftes nicht unmöglich macht. Diese Folgerung wird noch insofern bestättigt, als Hunde die Milch, welche sie zu sich genommen, zum Theil geronnen ausbrechen.

4350 Wenn manche Forscher die Absonderung des Magensaftes oder die Fortdauer der Magenverdauung von dem Einflusse des herumschweifenden Nerven abhängig machten, so können schon die eben erwähnten Thatsachen diese Ansicht zurückweisen. Die vergleichende Untersuchung gesunder und

[1]) Fr. Arnold, Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks nebst Beiträgen zur Physiologie des zehnten und eilften Hirnnerven. Heft I. Zürich 1838. 8. S. 116 fgg.

erirter Thiere führt zu genaueren Bestimmungen. Der Magen von Hun-
n, deren herumschweifende Nerven durchschnitten worden, enthält noch die
leischstücke, die sie 12 bis 24 Stunden vorher zu sich genommen haben. Sie
d nur an ihrer Oberfläche mit Schleim überzogen und theilweise ange-
iffen. Sie pflegen dagegen in dem Magen gesunder Hunde in beträcht-
h kürzerer Zeit aufgelöst zu werden. Obgleich der Magen der Kanin-
en fast immer Speisereste führt, so kann man sich doch auch hier in ver-
eichenden Beobachtungen überzeugen, daß die Futtermassen nach der
rennung des herumschweifenden Nerven länger verweilen. Der große
ahrungsballen ist nur äußerlich mit einer schleimigten Schicht, welche
lb aufgelöste Stoffe enthält, bekleidet. Das Epithelium der Magen-
leimhaut geht zugleich in einzelnen Lappen leichter ab. Die Milchge-
ße von Hunden, deren herumschweifende Nerven getrennt worden, können
ichliche Mengen eines weißen Milchsaftes in geeigneten Fällen ein-
ließen.

Wir haben schon in der Verdauungslehre die vielseitigen Wirkungen 4351
r Magenbewegungen kennen gelernt. Sie bedingen es, daß die Speise-
asse mit Magensaft reichlicher bestrichen und durchtränkt wird. Es
ngt von ihnen ab, daß das Verflüssigte in den Zwölffingerdarm über-
ht und daß neue Schichten von Magensaft das Zurückbleibende einhül-
n. Sie begünstigen endlich den Austritt des Magensaftes aus den
der Schleimhaut eingebetteten Schleimdrüsen. Da die herumschweifen-
n Nerven die Muskelhaut des Magens beherrschen, so haben manche
rscher angenommen, daß die Verletzung jener Nervenstämme die Mecha-
k der Magenbewegung gänzlich aufhebt und die Verdauung aus diesem
runde verzögert. Die Erfahrung spricht aber gegen diese Vorstellungs-
eise. Sind auch die Lungenmagennerven eines frisch getödteten Kaninchens
rchschnitten worden, so können noch Magenbewegungen, wie wir später
jen werden, künstlich angeregt werden. Da bisweilen die Saugadern
s Dünndarmgekröses in Thieren, deren Vagi getrennt waren, mit
ilchsaft gefüllt sind, so darf man hieraus schließen, daß Speisemassen in
n Zwölffingerdarm übergeführt werden. Man kann daher nur vermuthen,
ß die Magenbewegungen verlangsamt oder sparsamer werden, daß ihr
gelmäßiges Zusammenwirken aufhört. Es läßt sich aber für jetzt nicht
tscheiden, ob nur dieser Umstand oder noch andere Verhältnisse die Ver-
gerung der Magenverdauung herbeiführen. Blutüberfüllung oder andere
tergeordnete Störungen der Magenschleimhaut gesunder Menschen und
hiere können schon die Auflösung der festen Eiweißkörper in Magen be-
nträchtigen. Bedenkt man überdies, daß die Chemie noch nicht im
tande war, die feinere Zusammensetzung des Magensaftes zu ermitteln,
wird man zugeben, daß hier ein völlig entscheidendes Urtheil zu den
nmöglichkeiten gehört.

Wir haben §. 4348 gesehen, daß Hunde, in denen die Lungenmagennerven getrennt
orden, Zeichen von Durst deutlich verrathen können. Viele Forscher haben aber das
ungergefühl von dem zehnten Hirnnervenpaare abhängig gemacht. Ein Geschöpf, des-
n Vagi nicht mehr mit dem Gehirn zusammenhängen, würde hiernach keinen Appetit

[illegible] zu sich, so füllte es seinen Magen so lange, bis der [illegible] die Nachbargebilde beeinträchtigt, weil zugleich das [illegible] ist. Die Beobachtungen, welche man in dieser [illegible] zu nicht ganz scharfen Ergebnissen. [illegible] die traurigen Geschöpfe um die vorgesetzte Nahrung [illegible] Speisen, so verräth sich allerdings bisweilen eine [illegible] z. B. in jüngeren Hunden, in denen selbst nur ein Lungenmagennerv [illegible]

[illegible] die man an dem Menschen anstellt, werden [illegible] können. Man hat hier allerdings bemerkt, daß [illegible] vorkamen und daß das Gefühl der Vollheit des [illegible] Da aber auch der Durst in Einzelfällen angeblich [illegible] Thatbestand noch genauer feststellen.

In den Magen eingeführte Gifte sollten nach manchen Forschern nach der Durchschneidung der Vagi wirkungslos bleiben. Da die Aufnahme in das Blut keineswegs [illegible] Ansicht schon den bekannten Lebensgesetzen. Man [illegible] leicht zu überzeugen, daß ein Kaninchen, dessen herumschweifende Nerven [illegible] worden, durch Strychnin zu Grunde geht.

Bernard glaubte diesen Satz in gewisser Beziehung umkehren zu müssen. Amygdalin und Emulsin bilden für sich unschädliche Körper. Werden sie dagegen in Wasser [illegible] sich Blausäure, die ihre giftigen Eigenschaften auf der Stelle entfaltet. Hatte nun Bernard die beiden herumschweifenden Nerven eines Hundes durchschnitten und gab er ihm zuerst Emulsin und eine halbe Stunde später Amygdalin, so starb das Thier eine Viertelstunde darauf unter allen Zeichen der Blausäurevergiftung. Wiederholte er aber den Versuch an einem gesunden Hunde, so blieb dieser unversehrt. Bernard schloß hieraus, daß der Nerveneinfluß und die durch ihn bedingte Absonderung des Magensaftes die gegenseitige Einwirkung des Amygdalin und Emulsin aufhebt und die Bildung der giftigen Blausäure verhütet.

Eine Beobachtung, die ich mit Müller anstellte, streitet gegen diese Anschauungsweise. Wir flößten eine Emulsinmischung einem gesunden Kaninchen ein, ließen es dann eine halbe Stunde in Ruhe und gaben ihm endlich so viel in lauem Wasser vertheilten Amygdalins, daß die Menge der erzeugten Blausäure ungefähr 186 Milligramm betrug. Das Thier bekam schon wenige Minuten später Krämpfe und verschied binnen Kurzem. Der Magen enthielt noch eine Menge von Futterstoffen neben den eingeflößten Massen. Diese, so wie das Blut, welches durch einen am Halse veranstalteten Aderlaß entzogen worden war, rochen deutlich nach Blausäure. Ein negativer Erfolg könnte hier dadurch zu Stande kommen, daß zu wenig Wasser dem Amygdalin und Emulsin beigemischt und deshalb die reichliche Bildung von Blausäure verhütet wird.

4352 Man hat den Tod, den die Trennung der beiden herumschweifenden Nerven nach sich zieht, von den verschiedensten Ursachen herzuleiten gesucht. Willis[2]) hob vorzugsweise die gestörte Bewegung des Herzens und die Blutgerinnung, die er in ihm und den Gefäßen bemerkt hatte, hervor. Piccolhomini, Lower und Boyle stützten sich auf ähnliche Voraussetzungen. Man kann zugeben, daß das Herz in doppelter Hinsicht leidet. Ein Theil der Nervenfasern, die einen wesentlichen Einfluß auf die Thätigkeit desselben ausüben, ist unmittelbar verletzt. Die Athembeschwerden müssen anderseits auf die Kreislaufsverhältnisse zurückwirken. Diese Einflüsse können die Stärke des Herzschlages schwächen. Sie heben aber den Kreislauf nicht unmittelbar auf. Keines der Zeichen, die wir nach der Vagusdurchschneidung bemerken, deutet darauf hin, daß nur die gestörte Mechanik des Kreislaufes den Tod herbeiführt.

[1]) Siehe Fr. Arnold, a. a. O. S. 124. Longet, a. a. O. Tome II. p. 367.
[2]) Th. Willis, Opera medica et physica. Lugd. 1676. 4. p. 368. 369.

Die Ansichten, welche die Leiden der Verdauungswerkzeuge zu Hilfe 4353
ziehen, fußen eben so wenig auf einer sicheren Grundlage. Wenn z. B. Blainville und zum Theil sogar Willis voraussetzten, daß die Verdauung aufgehoben sei und daß die Thiere dem Hungertode unterliegen, so zeugen die oben angeführten Thatsachen gegen diese Annahme. Bernard glaubte, daß sich eine übermäßige Menge von Speisen in der gelähmten Speiseröhre anhäuft, daß diese Massen die Luftröhre zusammendrücken und den Erstickungstod nach sich ziehen. Man findet aber oft genug die Speiseröhre älterer Säugethiere, die nach der Trennung der beiden Vagi gestorben sind, leer. Sie enthält fast nie so reichliche Mengen von Futterstoffen, daß die Leichenöffnungen jene Erklärung irgendwie begründen könnten.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Ursache des tödtlichen Ausgan- 4354
ges in den Athmungsverhältnissen gesucht werden muß. Das Bedürfniß der Ein- und der Ausathmung wird durch jene Operation nicht aufgehoben. Es ändert sich nur die Art der Athmungsmechanik. Die Letztere hängt, wie wir später sehen, von dem verlängerten Marke allein ab. Sie dauert nicht bloß nach der Trennung des herumschweifenden Nerven, sondern auch nach der Ausrottung der Lungen fort. Eben so wenig kann der Verschluß der Stimmritze als der ausschließliche Grund des tödtlichen Erfolges angesehen werden, weil die Herstellung einer Luftröhrenfistel das Leben nur bisweilen verlängert, nie aber für längere Zeit rettet. Das Blut solcher Thiere wird dessen ungeachtet nach und nach dunkelroth. Die Erstickungszeichen bleiben nicht aus. Wir müssen daher die nachtheiligen Folgen von dem Einflusse, der auf die Lungen selbst und von da auf die Umwandlung des Blutes ausgeübt wird, und von der hierdurch bedingten Erstickung herleiten. Die Veränderungen, welche die Lungen erleiden und die Ursachen, aus denen man die Entartung erklärt hat, werden uns bei der Betrachtung der Ernährungseinflüsse der Nerven ausführlicher beschäftigen.

Bischoff[1]) bemühte sich, auf dem Wege des Versuches zuerst nach- 4355
zuweisen, daß die Stimmbildung von den Wurzeln des Beinerven abhängt. Die versteckte Lage dieser Theile und die heftige Blutung, welche der Versuch nach sich zieht, vereitelte zwar die meisten Bemühungen. Die Beobachtung gelang jedoch endlich in einer Ziege vollständiger. Waren die Wurzeln des Beinerven an einer Seite durchschnitten, so wurde die Stimme rauher. Die Trennung der Wurzelfäden der anderen Seite hob sie gänzlich auf. Longet[2]), dessen Versuche nicht vollkommen glückten, überzeugte sich wenigstens, daß die Stimme schon rauher ward, so wie man nur eine Reihe von Beinervwurzeln verletzt hatte. Die Heiserkeit nahm sogar mit der Menge der durchschnittenen Ursprungsfasern zu. Morganti erhielt am Esel ähnliche Ergebnisse, wie Bischoff. Volkmann[3]) läugnete da-

[1]) Bischoff, N. accessorii anatomia et physiologia. p. 94.
[2]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 263. 264.
[3]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. II. Braunschweig 1845. 8. S. 590.

gegen, daß der Beinerv irgend einen Einfluß auf die Kehlkopfmuskeln ausübt und ſchrieb die Stimmloſigkeit den zufälligen Störungen, welche die Vaguswurzeln durch das Bloßlegen und die Blutgerinſel erlitten, zu. Die Beobachtungen von Bernard[1]), in welchen die Urſprünge des Beinerven bei unverletztem Schädel ausgeriſſen wurden, bekräftigten aber von Neuem, daß die Stimmbildung von dem Beinerven abhängt und meine eigenen Verſuche zeugen ebenfalls für die gleiche Auffaſſungsweiſe.

Junge Katzen oder Kaninchen können zu dieſen Prüfungen am beſten dienen. Man legt den Halsſtamm des herumſchweifenden Nerven bloß, verfolgt ihn mittelſt des ſtumpfen Meſſerſtieles bis zu dem zerriſſenen Loche und ſucht hier den angrenzenden und ſich nach hinten begebenden äußeren Aſt des Beinerven auf. Man faßt dieſen mit einer gewöhnlichen oder noch beſſer mit einer Torſionspincette und reißt ihn mit einem kräftigen Zuge aus dem zerriſſenen Loche heraus. Es gelingt bisweilen, daß eine ſehr lange Wurzelmaſſe, die aus einer Reihe von Fäden beſteht, hervorkommt. Bernard behauptet, daß alle Urſprungsbündel bei dieſer Gelegenheit getrennt werden, Schiff[2]) dagegen, daß die, welche ſich mit dem herumſchweifenden Nerven verbinden, unverſehrt bleiben. Soll ich nach einer Reihe von Verſuchen, die ich an Kaninchen und Katzen anſtellte, urtheilen, ſo muß ich bekennen, daß die Ergebniſſe, die man erhält, vom Zufall abhängen. Ein zu geringer Zug, die zu innige Verwachſung des äußeren Aſtes des Beinerven mit ſeinen Nachbargebilden, der Gebrauch einer zu ſchmalen oder zu ſchwachen Pincette können den vollſtändigen Erfolg vereiteln. Dieſe unglücklicheren Erfahrungen lehren aber deſſenungeachtet ſehr deutlich, daß die Stimmbildung von dem Beinerven abhängt.

Gelingt die Beobachtung an etwas älteren Thieren an beiden Seiten vollſtändig, ſo hat das Geſchöpf nach Bernard die Fähigkeit der Stimmbildung gänzlich verloren. Ich pflege immer die äußeren Aeſte der beiden Beinerven auf die oben erwähnte Weiſe bloßzulegen und, ehe ich ſie ausreiße, die Halsnerven mit dem Magneteleſtromotor zu reizen. Das Thier ſchreit dann mit voller Stimme. Hat man auch nur einen Beinerven mit Glück ausgeriſſen und wiederholt dann den gleichen elektriſchen Verſuch, ſo bemerkt man auf der Stelle, daß ſich die Stimme weſentlich verändert hat.

Man kann ſich aber auch von dem eben Geſagten ſelbſt in unglücklicheren Verſuchen auf mittelbarem Wege überzeugen. Ich hatte z. B. die äußeren Aeſte der beiden Beinerven in einem jungen Kaninchen ausgeriſſen. Drückte ich den Endtheil des ausgezogenen langen Fadens der linken Seite zuſammen, ſo erhielt ich Bewegungen in dem unter dem Kehlkopfe gelegenen Theile der Speiſeröhre, zum Beweiſe, daß ich noch andere Wurzelfäden, als die, welche dem ſpäteren äußeren Aſte angehören, entfernt hatte. Reizte ich den Magneteleſtromotor auf die Halsnervenſtämme wirken, ſo ſchrie das Thier auf das Lebhafteſte. Die feinen und hohen Töne hielten ohne Unterbrechung an. Sie glichen ziemlich denen, welche geſunde Thiere unter ähnlichen Verhältniſſen von ſich geben. Riß ich nun noch den linken herumſchweifenden Nerven aus und wiederholte die elektriſche Reizung von Neuem, ſo krümmte ſich das Thier auf das Lebhafteſte. Es öffnete den Mund und verſuchte abermals zu ſchreien. Es kam aber kein Laut, ſondern nur ein ſtarker Luftſtoß zum Vorſchein. Ich durchſchnitt nun noch den rechten herumſchweifenden Nerven in der Mitte des Halſes. Wurden jetzt die Halsnerven mit den Drähten des Magneteleſtromotors angeſprochen, ſo erhielt ich völlig die gleichen Ergebniſſe, wie nach der Ausreißung des linken herumſchweifenden Nerven. Es ergiebt ſich hieraus, daß der Verſuch nur an dem linken Beinerven, obgleich deſſen ausgeriſſener Theil bewegende Fäden der Speiſeröhre enthielt, unvollkommen gelungen war und daß erſt die Trennung der Wurzelfäden des Beinerven an beiden Seiten die Stimme völlig aufhebt.

Sucht man den äußeren Aſt des Beinerven mit dem ſtumpfen Meſſerſtiele auf, ſo verliert das Thier, wie in allen ähnlichen Eingriffen, faſt gar kein Blut. Eine größere Lebensgefahr liegt darin, daß bisweilen Wurzeln des herumſchweifenden gleichzeitig verletzt werden. Es iſt mir wenigſtens eine junge Katze nach einigen Tagen zu Grunde gegangen, ohne daß ich eine andere Todesurſache annehmen konnte.

[1]) Cl. Bernard, in den Archives générales de Médecine. Paris 1844. 8. Avril p. 397 — 426. Mai p. 51 — 93.

[2]) Schiff, a. a. O. S. 770.

Während etwas ältere Kaninchen oder Katzen ihre Stimme unter 4356
jenem Eingriffe ganz verlieren können, ereignet es sich in sehr jungen Geschöpfen, daß sie noch feine Töne, die jedoch von ihrer gewöhnlichen Stimme deutlich abweichen, hervorzubringen im Stande sind. Dieser Unterschied hängt wahrscheinlich mit den schon §. 4330 erwähnten Eigenthümlichkeiten des Kehlkopfes zusammen. Bernard[1]) überzeugte sich außerdem, daß die Stimmritze offen bleibt, die Stimmbänder nicht mehr gespannt und die Ring-Schildknorpelmuskeln (Cricothyreoidei) nicht mehr zusammengezogen werden. Die Kehlkopfschleimhaut behält dagegen ihre Empfindlichkeit bei.

Die stimmlos gemachten Thiere können Wochen lang fortleben. Der 4357
Beinerv muß daher jedenfalls die Stimmfähigkeiten des Kehlkopfes nachdrücklicher, als die Athmungseinflüsse desselben beherrschen. Kaninchen bieten keine Erstickungsgefahr, auch wenn man keine künstliche Luftröhrenfistel anlegt, dar. Man bemerkt höchstens ein schwaches Rasseln bei dem Einathmen oder eine Art von Keuchen, das sich jedoch in der Folge zu vermindern pflegt. Läuft das Thier, so scheint bisweilen seine Athmung bewegter zu sein. Trennt man einen oder beide herumschweifende Nerven, so kommen die heftigeren Athmungsleiden auf der Stelle zum Vorschein. Die Nasenlöcher beginnen mit Lebhaftigkeit zu spielen, man hört das Ein- und das Ausathmen, man bemerkt ein lebhaftes Spiel der Bauchdecken und der Erstickungstod beschließt das Leiden des Thieres in kürzerer Zeitfrist.

Da die Hauptmasse des vorderen Astes des Beinerven noch als ein weißer Streifen an dem zweiten Vagusknoten des Kaninchens erkannt zu werden vermag, so versuchte Schiff[2]) nur die graue Knotenmasse zu durchschneiden, jenen Antheil des Beinerven dagegen unversehrt zu lassen. War das Unternehmen an beiden Seiten geglückt, so stellten sich sogleich die heftigsten Athembeschwerden ein. Es mangelte dagegen das eigenthümliche Athmungsgeräusch, welches sonst durch die passiven Bewegungen der Stimmbänder erzeugt wird. Die Stimmritze selbst erweiterte sich bei dem Einathmen und verengerte sich bei dem Ausathmen, wie in gesunden Thieren. Sie schloß sich während der Schlingbewegungen. Die Athemzüge nahmen an Zahl ab. Die Athmung selbst wurde immer beschwerlicher. Es häufte sich viel Schleim, der während des Schluckens durch die Stimmspalte unmittelbar vor dem Schlusse derselben heraufbefördert wurde, in der Kehlkopfshöhle an. Obgleich die Kaninchen von selbst zu fressen anfingen, so gingen sie doch schon nach ungefähr 24 Stunden zu Grunde. Die Lungen zeigten dieselben Entartungen, die nach der Trennung der Vagusstämme bemerkt werden.

Bernard[3]) bemerkte, daß die Katzen und die Ratten, deren Beiner- 4358
ven durchschnitten worden, auf einige Schwierigkeiten bei dem Schlucken stießen. Speisereste drangen leicht in die Luftröhre von operirten Kaninchen und Ratten. Sie fanden sich in dieser und den Luftröhrenverzweigungen der getödteten Kaninchen vor. Die eigentlichen Schlingbeschwerden nahmen mit der Zeit etwas ab, so daß vielleicht die Halswunde selbst ihren Einfluß in dieser Beziehung geltend macht. Dem sei aber, wie ihm wolle, so erhellt so viel, daß die Bewegungen der Speiseröhre durch das Ausreißen des Beinerven nicht völlig aufgehoben werden. Der Eingriff scheint nur

[1]) Bernard, a. a. O. p. 64. [2]) Schiff, a. a. O. S. 772. 73.
[3]) Bernard, a. a. O. p. 61. 63.

den nöthigen Verschluß der Stimmritze zu erschweren. Hatte ich beide Beinerven in dem Kaninchen ausgerissen und flößte dann dem Thiere Milch ein, so rückte die weiße Masse mittelst der Wellenbewegung der Speiseröhre höchstens vielleicht etwas langsamer hinab. Sie verschwand endlich in dem Brusttheile des Oesophagus.

Man kann sich die eben erwähnten Beziehungen des Beinerven und des herumschweifenden Nerven in doppelter Weise zu erklären suchen. Man nimmt an, daß die Kehlkopfmuskeln und die Speiseröhre bewegende Fasern von beiden Nervenstämmen erhalten. Der herumschweifende Nerv beherrscht aber alle Muskelverkürzungen, die das Athmen voraussetzt, vor Allem die Erweiterung der Stimmritze bei dem Einathmen und ihre Verengerung derselben bei dem Ausathmen, der Beinerv dagegen die Veränderungen, welche die Stimmbildung erfordert und die den gehörigen Abschluß der Stimmritze bei dem Niederschlucken möglich machen. Es wäre daher der zehnte Nerv der Athmungs- und der eilfte der Stimmnerv für die gleichen Verkürzungsgebilde. Bernard [1]) sucht seine Erfahrungen auf diese Weise zu erklären. Ein und derselbe Theil erhielte hiernach zwei verschiedene Gattungen bewegender Nervenfasern, damit zwei eigenthümliche Centralwerkzeuge ihre gesonderten Einflüsse auf sie ausüben im Stande wären.

Eine zweite Annahme kann die Erscheinungen auf die einzelnen Kehlkopfmuskeln selbst zurückzuführen suchen. Die Zerstörung der Wurzeln des Beinerven lähmt die Ring-Schildknorpelmuskeln (Crico-thyreoidei). Es geht hierdurch ein Hauptmoment der zur regelmäßigen Stimmbildung gehörigen Spannung der Stimmbänder und der steten Verengerung der Stimmritze verloren. Die Unthätigkeit des Ringschildknorpelmuskels und die oben erwähnten Schlingbeschwerden deuten darauf hin, daß die bewegenden Fasern des oberen Kehlkopfzweiges des herumschweifenden Nerven von dem Beinerven herrühren; die empfindenden dagegen können in ihm nicht vollständig enthalten sein, weil die Empfänglichkeit der Kehlkopfschleimhaut fortdauert. Da die Durchschneidung des den oberen Kehlkopfzweig die Stimme zwar verändert, in keinem Falle aber gänzlich aufhebt (§. 4327), so ergiebt sich von selbst, daß der Beinerv seinen Einfluß auf diejenigen Muskeln, welche von dem unteren Kehlkopfzweige versorgt werden (Cricothyreoidei posticus und lateralis. Thyreoarytaenoideus und Arytaenoideus transversus), ausdehnen muß. Sie können aber nicht unbedingt von ihm abhängen, weil sonst der Verschluß der Stimmritze junger Thiere und die hierdurch verursachten Athembeschwerden nachfolgen müßten. Hat man die beiden Beinerven mit Glück ausgerissen, so vermögen sich die Stimmbänder noch schwach zu bewegen, nicht aber vollständig zu verschließen. Da sie vorher nicht gespannt werden, so darf man annehmen, daß die Zerstörung aller oder der meisten Ursprungsfäden des Beinerven den bewegenden Einfluß des oberen Kehlkopfzweiges gänzlich und den des unteren theilweise lähmt. Dieser würde daher eine geringe Menge bewegender Fasern aus den Wurzeln, die man dem herumschweifenden Nerven zuertheilt, beziehen. Berücksichtigen wir die §. 3077 gegebene Darstellung der Wirkungsweise der einzelnen Kehlkopfmuskeln, so darf man vielleicht selbst vermuthen, daß nur der quere und die schiefen Gießbeckenmuskeln (Arytaenoidei transversus und obliquus mit oder ohne den Schildgießbeckenmuskel (Thyreoarytaenoideus) und den seitlichen Ring-Gießbeckenmuskel (Crico-arytaenoideus lateralis) von den Wurzeln des herumschweifenden Nerven zu einem großen Theile bestimmt werden.

4359 Bernard [2]) fand in seinen Versuchen, daß nur die oberen Wurzeln des Beinerven die Stimmbildung beeinträchtigen. Die übrigen müßten daher andere Theile, als den Kehlkopf versorgen. Wir haben schon §. 4320 gesehen, daß der äußere Ast des Beinerven, der vorzüglich aus den unteren Wurzelfäden entsteht, Verkürzungen im Kopfnicker (Sternocleidomastoideus) und dem Kappenmuskel (Cucullaris) anregt. Hatte ihn Bernard [3]) u

[1]) Bernard, a. a. O. p. 77. Vergl. auch Moleschott, in Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift. Bd. IV. S. 219 — 30.
[2]) Bernard, a. a. O. p. 55. 56.
[3]) Bernard, a. a. O. p. 78. 79.

Hunde, der Katze oder dem Pferde durchschnitten, so sollen die Stimm- kürzer geworden sein, eine Erscheinung, die mir in meinen Versuchen immer auffiel. Es zeigte sich zugleich eine gewisse Störung in den gungen der Vorderbeine, die ich jedoch ebenfalls im Kaninchen nicht ken konnte. Da nun jene Muskelmassen von Rückenmarksnerven eitig versorgt werden, so sollen die Fäden des Beinerven die zur nbildung und zum Laufen nöthige verhältnißmäßige Ruhe des Brust- s möglich machen. Hat man den äußeren Ast des Beinerven durch- en, so bleibt auch der Kopfnicker nach jenem Forscher bei dem ien unthätig, während er sich in der Athmungsnoth zu oft wieder- Malen für kurze Zeit zusammenzieht.

etrachten wir die Verbreitung des zehnten und eilften Hirnnerven des Menschen, en wir:

Stamm.	Zweige.	Verbreitungsbezirk der Nerven.			
		Empfindliche Hautflächen.	Bewegliche Muskelmassen.	Andere Organe.	Vorzüglichste Anastomosen.
ndung erum- enden u. des en (N. um R. ri N. sorii.	Ohrast (R. auricularis.)	Haut des äußeren Gehörganges.			N. glossopharyngeus. N. facialis. N. auricularis posterior profundus. N. sympathicus.
	Schlundkopfzweige (R. R. pharyngei.)	Schleimhaut des Schlundes u. z. Thl. des weichen Gaumens.	Schlundkopfschnürer und einzelne Muskeln d. weichen Gaumens. (Levator palati mollis. Azygos uvulae. Pharyngopalatinus.)		N. glossopharyngeus. N. sympathicus. N. trigeminus. (R. laryngeus superior.)
	Halsschlagaderzweige (R. R. carotici.)			Carotis u. deren Verzweigung.	N. sympathicus. R. laryngeus superior.
	Oberer Kehlkopfzweig.	Schleimhaut d. Kehlkopfes, des Kehldeckels bis zur Zungenwurzel hin.	Cricothyreoideus. Ein Theil des Schlundkopfschnürers (Hyothyreoideus?).		R. R. pharyngei u. carotici. N. sympathicus. R. laryngeus inferior.
	Gefäßzweige (R. R. ad divisionem carotidis. R. R. vasculares. R. R. descendentes)			Große Gefäße am Halse u. in der Brust. (Schilddrüse.)	N. sympathicus. R. R. carotici, cardiaci. Untere Halsnerven.
	Herzzweige (R. R. cardiaci.)	Innenhaut des Herzens? Schleimhäute	Herz. (Musculöse Fasern d. Bronchien?)	Große Gefäße am Herzen.	N. sympathicus. Untere Halsnerven.

Hauptstamm.	Zweige.	Verbreitungsbezirk der Nerven.			
		Empfindliche Hautflächen.	Bewegliche Muskelmassen.	Andere Organe.	
		der Luftröhre, der Lungen u. der Speiseröhre.	(Speiseröhre).		
	Unterer Kehlkopfszweig. (R. laryngeus inferior s. recurrens.)	Schleimhaut (eines Theiles des Kehlkopfes und) der Luftröhre.	Cricoarytaenoidei postici u. lateralis. Thyreoarytaenoideus. Arytaenoidei. Muskulöse Fasern der Luftröhre. Speiseröhre.		
	Geflechte für die Brusteingeweide (Plexus cardiaci, tracheales, pulmonales u. oesophagei.)	Schleimhäute der Luftröhrenäste, der Lungen und der Speiseröhre (Innenhaut des Herzens?)	Herz. Speiseröhre u. zum Theil d. Magen. (Muskulöse Fasern der Luftröhrenverzweigungen?)	Große Gefäße. Gebilde des vorderen und hinteren Mittelfellraumes. (Herzbeutel.)	
	Magenzweige (R. R. gastrici).	Magenschleimhaut.	Muskulatur des Magens.	Gefäße am Magen.	
Beinerv (N. accessorius.)	Aeußerer Ast (R. externus).	(Haut am Halse oder am Nacken?)	Beide Abtheilungen des Sternocleidomastoideus u. Cucullaris s. Trapezius.		

4360 XII. Zungenfleischnerv (N. hypoglossus) (Fig. 313 z.). — oder durchschneidet man ihn nach seinem Austritte aus der Schäd so geben einzelne Hunde oder Katzen Schmerzenszeichen von sich, dagegen nicht. Die Empfindlichkeit äußert sich in der Regel in gl Maaße, wenn man den Hauptstamm an einer Stelle seines fernere laufes angreift. Da aber der Anfangstheil desselben mit dem herum fenden Nerven zusammenhängt, so können die neu hinzutretenden des zehnten Nerven diese Leidenszeichen erklären. Es ist dagegen zu entscheiden möglich, ob die Ursprungswurzeln des Zungenfleisch die jedenfalls fast durchgehends bewegende Fasern enthalten, einig findende nebenbei einschließen oder nicht. Hatte Longet[1]) die Ueber stelle des verlängerten Markes und des Rückenmarkes für die Unters der Verhältnisse des Beinerven bloßgelegt, so vermochte er die A des Zungenfleischnerven auszureißen, ohne daß das Thier Schm

[1]) Longet, a. a. O. Tome II. p. 483.

von ſich gab. Kann man dieſer Erfahrung entgegenſetzen, daß die ngegangenen Leiden des Hundes die geringe Empfindlichkeit, wenn ſie handen war, unterdrückten, ſo läßt ſich doch anderſeits aus den anato- ſchen Verhältniſſen nicht ſchließen, daß der Zungenfleiſchnerv zu den ge- ſchten Nerven gehört. Es kommt zwar vor, daß ein Wurzelfädchen des- elben einen kleinen Knoten z. B. im Kalbe darbietet. Spricht man es aber in dem friſch getödteten Thiere an, ſo erhält man auch hier Zuſam- menziehungen der Muskelmaſſe der Zunge.

Prüft man die reizbaren Leichname von Kaninchen oder Hunden, ſo 4361
kann eine jede beliebige Wurzel des Zungenfleiſchnerven Bewegungen un- er günſtigen Verhältniſſen hervorrufen. Der Hauptſtamm, der am Halſe erläuft, wirkt auf faſt alle Zungenmuskeln und einen Theil der Verkür- ungsgebilde, von denen die Stellung des Zungenbeines und des Kehl- opfes abhängt. (Lingualis, Genioglossus, Styloglossus, Hyoglossus, Ge- ohyoideus, Hyothyreoideus, (Omohyoideus, Sternothyreoideus und ternohyoideus). Der abſteigende Aſt (R. descendens hypoglossi), der r Schulterzungenblatt- (Omohyoideus), den Bruſtzungenbein- (Sternohy- eus) und den Bruſtſchildknorpelmuskel (Sternothyreoideus) im Menſchen ſorgt und ſich mit dem Zwerchfellnerven verbindet, empfängt zwar eine ihe von Faſern von dem Zungenfleiſchnerven. Eine ſehr große Menge ier Nervenfäden ſtammt aber aus dem oberſten Halsnerven. Dieſe nen daher auch jene Muskeln wenigſtens zu einem bedeutenden Theile errſchen. Da der letzte Hirnnerv und die oberſten Halsnerven ihre ndel bei dieſer Gelegenheit wechſelſeitig austauſchen, ſo erklärt es ſich, shalb z. B. der erſte Halsnerv des Kalbes den Zungenmuskel zu ver- zen im Stande iſt[1]).

Wir haben ſchon §. 4313 die Folgen, welche die Lähmung der beiden Zungenfleiſch- ven nach ſich zieht, dargeſtellt. Obgleich der Willenseinfluß für die eigentlichen Zun- muskeln in dieſem Falle völlig zu Grunde gegangen, ſo können doch die noch mögli- n Schluckbewegungen und die nur zum Theil geſtörten Ortsveränderungen des Zun- beines und des Kehlkopfes einzelne Bewegungen der Zunge nach ſich ziehen. Führt n dieſe z. B. in einem Hunde, deſſen Zungenfleiſchnerven durchſchnitten worden, mög- ſt weit aus dem Munde heraus, ſo ereignet es ſich, daß ſie in Folge einer Schluck- egung bis zu einem gewiſſen Grade zurückweicht. Eine junge Katze, welche auf die iche Weiſe verſtümmelt worden, behielt ihre vorgezogene Zunge eine Zeit lang zwiſchen i Zähnen. Sie war aber nach einigen Minuten in die Mundhöhle zurückgekehrt. Das ier, das ich wochenlang am Leben erhielt, brauchte nicht künſtlich gefüttert zu werden. blieben jedoch häufig Speiſereſte auf dem Vordertheile der Zunge liegen.

Man bemerkt bisweilen, daß die Hunde beträchtliche Mengen von Speichel aus dem unde herauslaufen laſſen. Da der Zungenfleiſchnerv Aeſte an die Unterkieferdrüſe ab- bt, ſo könnte man jene Thatſache von dieſer Urſache herzuleiten ſuchen. Es fragt ſich och, ob nicht die Erſcheinung davon herrührt, daß die unwillkührlichen Zungenver- ungen die Menge des abgeſonderten Speichels vergrößern oder daß dieſer nur unvoll- ndig verſchluckt zu werden vermag.

Iſt nur ein Zungenfleiſchnerv z. B. nach einem Schlaganfalle gelähmt, ſo ſtellt ſich Zunge ſchief. Man ſtößt aber dann bisweilen auf eine eigenthümliche Abweichung. ehmen wir z. B. an, daß die rechte Körperhälfte befallen worden und daß die Mus-

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1840. S. 407.

[illegible] des Kopfes wesentlich betheiligt sind, so wird der Mund nach links verzogen sein. Es kommt nun hin und wieder vor, daß die Zungenspitze nicht, wie man es auf den ersten Blick erwarten sollte, nach links, sondern nach rechts, nicht nach der gesunden, sondern nach der kranken Seite hinsieht. Man hat diese Eigenthümlichkeit auf zweierlei Weise zu erklären gesucht. Wir werden in der Folge finden, daß eine halbseitige Lähmung der rechten Körperseite mit Entartungen in der linken Gehirnhälfte und [illegible] verbunden zu sein pflegt; daß sich mithin eine Kreuzungswirkung geltend macht. Dieselbe [illegible] sich nicht bloß für die Muskeln der Glieder, sondern auch für die des Gesichtes. Denkt man sich dagegen, daß der Zungenfleischnerv ihr nicht unterliegt, weil sich seine Fasern gar nicht oder nach und nach zwei Mal durchkreuzen, so müßte eine Entartung, welche die linke Hirnhälfte befällt, die linke Zungenhälfte lähmen und daher eine Wendung der Zungenspitze nach rechts möglich machen. Hyrtl [1]) erklärt die Sache aus mechanischen Verhältnissen. Die einseitige Unthätigkeit des Zungenfleischnerven [illegible] die wagerechte Lage des Zungenbeines. Ist z. B. der linke Nervenstamm gelähmt, so sinkt das linke Zungenbeinhorn nach unten, weil der linke Zungenbein-Zungenmuskel (Hyoglossus) seine Wirksamkeit verloren hat. Der linke Zungenrand wird dann um so mehr gegen den linken Mundwinkel geführt, als der ebenfalls unthätige Griffelzungenmuskel (Styloglossus) keinen Gegenzug anzubringen im Stande ist. Die vorgestreckte Zunge eines von Günsburg [2]) beobachteten Mannes, dessen linker Zungenfleischnerv von einer Geschwulst der Wirbelschlagader in der Nähe seiner Durchgangsöffnung gedrückt wurde, war immer vollständig nach links und oben emporgezogen.

4362 **Thätigkeitsbezirke der Hirnnerven.** — Versuchen wir, nur die empfindenden und bewegenden Einflüsse der Hirnnerven des Menschen übersichtlich darzustellen, so erhalten wir:

Hirnnerv.	Hauptast desselben.	Einfluß		
		sensueller.	sensibler.	motorischer.
I. N. olfactorius.		Riechen.		
II. N. opticus.		Sehen.		
III. N. oculomotorius.	R. superior.	»	Unbekannt.	Levator palpebrae superioris. Rectus superior.
	R. inferior.		(Regenbogenhaut u. andere Innentheile des Auges?)	Recti internus, inferior (u. externus). Obliquus inferior. Regenbogenhaut (Spannmuskel der Aderhaut).
IV. N. patheticus.				Obliquus superior.
V. N. trigeminus.	R. ophthalmicus.		Regenbogenhaut u. andere Innentheile des Auges. Bindehaut. Thränendrüse. Thränencarunkel. Thränensack. Schleimhäute der Stirnhöhle (der Siebbeinzellen) u. der innern Nase. Aeußere Haut der Stirn, des vorderen Theiles des	

[1]) J. Hyrtl, Handbuch der topographischen Anatomie. Bd. I. Wien 1847. 8. S. 317.
[2]) F. Günsburg, Die pathologische Geweblehre. Bd. II. Leipzig 1848. 8. S. 97.98.

Hirnnerv.	Hauptaſt deſſelben.	Einfluß		
		ſenſueller.	ſenſibler.	motoriſcher.
			Scheitels, der Augenbrauengegend bis zu dem Anfange der Schläfe hin, des inneren u. des äußeren Augenwinkels, des oberen Augenlids, der Naſe, vorzüglich der Gegend des Naſenflügels und der Umgebung der Naſenlöcher.	
	R. maxillaris superior.		Schleimhäute des Keilbeinſinus, der Siebbeinzellen, der inneren Naſe, der Euſtachiſchen Trompete, des oberſten Theiles des Schlundes, des weichen Gaumens, des Zäpfchens u. der Gaumenbogen, die Mandeln, Haut des harten Gaumens, der Oberkieferhöhle, Markhaut des Oberkiefers, Zähne und Zahnfleiſch der oberen Kinnlade. Aeußere Haut der Augenlider, vorzüglich des unteren, der Naſe, der Wange bis zur Stirn, der Schläfe und dem aufſteigenden Aſte des Unterkiefers hin. Aeußere u. innere Fläche der Oberlippe.	
	R. maxillaris inferior.	(Nach einigen Forſchern Antheil an der Geſchmacksempfindung?)	Aeußere Haut d. Schläfe, des Ohres, vorzüglich der Vorderfläche deſſelben, der Wange vor der Ohrſpeicheldrüſe u. des Kinnes. Aeußere und innere Oberfläche der Unterlippe. Aeußerer Gehörgang. Trommelfell. Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle u. ſeitlich von der Zungenwurzel vor dem aufſteigenden Aſte des Unterkiefers. Schleimhaut d. ganzen Zunge. Mandel. Zähne u. Zahnfleiſch des Unterkiefers.	Temporalis Masseter. Pterygoidei internus u. externus. Mylohyoideus. Digastricus maxillae inferioris, vorzüglich der vordere Bauch deſſelben. Tensor veli palatini. (Circumflexus palati) (Tensor tympani.)
N. abducens.				Rectus externus. (Geringer Antheil an dem Augenlidnervenſyſtem. Selten Wurzel d. Augenknotens.)

Hirnnerv.	Hauptaſt deſſelben.	Ei	
		ſenſueller.	ſenſibl
VII. N. facialis.			
VIII. N. acusticus.		Hören.	
IX. N. glossopharyngeus.		Schmecken.	
X. u. XI. N. N. vagus und accessorius.	N. vagus cum R. anteriori accessorii.		Haut des Ä hörganges. S des Schlun Theil des m ments, des der Luftröhr gen, der Sp zum Theil d (Innenhaut jens.)
	R. externus accessorii.		Unbek
VII. N. hypoglossus.			

4363 Sympathiſcher Nerv. — Da wir die
ten in der Darſtellung der allgemeinen Nervenv
trachten werden, ſo wollen wir hier nur die em
genden Thätigkeiten des ſympathiſchen Nerven b
dagegen, die man für die Abhängigkeit oder d
Nerven geltend gemacht hat, für die ſpätere Un

4364 Betrachten wir zunächſt die Empfindungserſ
oft den Halsſtamm des ſympathiſchen Nerven d
und deſſen oberen Knoten im Kaninchen ausriß

das geringſte Schmerzenszeichen von ſich geben. Es ereignet ſich aber auch, daß erwachſene Geſchöpfe die Trennung der Halswurzeln des Knotens mit Gegenbewegungen beantworten. Wir haben ſchon §. 4335 geſehen, daß die gleichen Schwankungen an dem herumſchweifenden Nerven wiederkehren.

Oeffnet man den Unterleib oder die eine Seite der Bruſthöhle ſo 4365
ſchnell als möglich und drückt das Sonnengeflecht, einen der ſplanchniſchen Nerven oder einen anderen Zweig des Sympathicus zuſammen, ſo erhält man bisweilen keine Schmerzensregungen. Sind die Theile eine Zeit lang der Luft ausgeſetzt geweſen, ſo verrathen ſie in der Regel einen merklichen Grad von Empfindlichkeit. Dieſelben Nervenmaſſen, deren Anſpruch früher gleichgültig blieb, führen ſpäter zu deutlichen Leidenszeichen. Dieſe Erſcheinung wiederholt ſich nicht ſelten in den Knoten und den fadigen Zwiſchentheilen des Grenzſtranges [1]).

Es kann hierbei vorkommen, daß die Art des Reizes über den Erfolg 4366
entſcheidet. Bleibt das Einſtechen in ein Ganglion oder die raſche Durchſchneidung eines Aſtes wirkungslos, ſo treten nicht ſelten die Schmerzensäußerungen, ſo wie man die Nervenmaſſe drückt, ſie mit Salpeterſäure oder mit Kalilöſung betupft, hervor. Die Unterbindung ſcheint kräftigere Wirkungen hier, wie in anderen Nervenſtämmen anzuregen. Joh. Müller, Peipers und ich erhielten deutliche Schmerzensäußerungen, als die Nierenſchlagadern nebſt den an ihnen verlaufenden Nerven mit einem Faden ſo feſt als möglich in Schaafen oder Kaninchen umſchnürt wurden. Wiederholte ich das Gleiche an der Pfortader des Kaninchens, ſo zuckte das Thier lebhaft zuſammen.

Die Verbindungsfäden, die zwiſchen dem Grenzſtrange und den Rücken- 4367
marksnerven verlaufen, zeichnen ſich durch einen hohen Grad von Empfindlichkeit aus. Legte ich z. B. den Bruſttheil des ſympathiſchen Nerven an der einen Seite bloß und drückte dann einen der Verbindungsſtränge zuſammen, ſo ſchrie das Kaninchen ungefähr eben ſo laut, als wenn man einen Zwiſchenrippennerven in ähnlicher Weiſe angeſprochen hätte. Die Bauchabtheilung des ſympathiſchen Nerven führte zu den gleichen Ergebniſſen. Die Verbindungsſtränge pflegen ihre Empfindlichkeit ſchon im Anfange, wenn die Knotenzweige noch keine Leidensäußerungen hervorrufen, kund zu geben.

Schneidet man einen Verbindungsſtrang in der Bruſthöhle von Ka- 4368
ninchen durch, ſo verliert deswegen der entſprechende Nervenknoten ſeine Empfindlichkeit nicht. Trennt man dagegen außerdem noch den Grenzſtrang ober- und unterhalb deſſelben, ſo bleibt die augenblickliche oder ſpätere Reizung erfolglos. Ich erhielt ſogar das gleiche Ergebniß, wenn ich nur den Verbindungsſtrang und den oberen Theil des Grenzſtranges durchſchnitten hatte. Es kann auch nach Brachet [2]) an dem Lendentheile

[1]) Vergl. z. B. J. L. Brachet, Recherches expérimentales sur les fonctions du système nerveux ganglionaire. Deuxiéme Edition. Paris 1837. 8. p. 354 — 361. De functionibus nervorum. p. 70 — 72. H. Horn, Gangliorum capitis glandulas ornantium expositio anatomico-physiologica. Wirceburgi 1840. 4. p. 13. Longet, a. a. O. Tome II. p. 565. 67.

[2]) Brachet, a. a. O. p. 360.

des ſympathiſchen Nerven von Hunden vorkommen, daß die Trennung der Verbindungsſtränge dreier auf einander folgender Knoten den mittleren von ihnen unempfindlich macht.

4369 Wir ſehen hieraus von Neuem, daß ſich die Zweige, denen eine größere Menge von Nervenknoten vorangegangen, auf eine eigenthümliche Weiſe verhalten. Sie beantworten ſchwache oder mäßige Reize im Anfange gar nicht. Nur ſtärkere Wirkungen rufen ſchon jetzt Schmerzensempfindungen hervor. Haben ſie eine Zeit lang dem Einfluſſe der Luft unterlegen oder hat ſich ihre Stimmung aus einer anderen Urſache verändert, ſo können ſie die heftigſten Leiden unter den verſchiedenſten Bedingungen erregen. Die mannigfachen Abtheilungen der zu den ſympathiſchen Nerven gehörenden Gebilde weichen aber in dieſer Hinſicht unter einander ab. Ordnen wir ſie im Allgemeinen ihren Empfänglichkeitsgraden nach in aufſteigender Reihenfolge, ſo erhalten wir: die Verbreitungszweige, die Knoten, die zwiſchen den Ganglien gelegenen Stücke oder die Grenzſtränge (vorzüglich des Bruſt- und des Bauchtheiles) und die Verbindungsfäden mit den Rückenmarksnerven. Die letzteren gleichen faſt gänzlich den empfindenden Nerven, die unmittelbar aus dem Gehirn und dem Rückenmarke hervortreten.

4370 Prüft man die Bewegungseinflüſſe, welche der Halsſtamm des ſympathiſchen Nerven ausübt, ſo muß man vor Allem einen anatomiſchen Unterſchied, den die verſchiedenen Säugethiere darbieten, ins Auge faſſen. Das Kaninchen, der Haſe, das Schwein und einzelne Affen ſtimmen inſofern mit dem Menſchen überein, als die Halstheile ihres ſympathiſchen und ihres herumſchweifenden Nerven geſondert verlaufen. Dieſe verbinden ſich dagegen größtentheils zu einem gemeinſchaftlichen Stamme in dem Hunde, der Katze, dem Rinde und dem Pferde.

4371 Petit[1]) entdeckte zuerſt im Anfange des 18. Jahrhunderts, daß die in der Gegend des dritten bis vierten Halswirbels vorgenommene Trennung des ſympathiſchen und des herumſchweifenden Nerven auf das Auge zurückwirkt. Dieſe Beobachtung wurde in der Folge von Molinelli, Arnemann, Dupuy, Mayer, Arnold, Reid, Longet, Biffi und mir am Hunde ſowohl, als an Pferden und Kaninchen beſtätigt. Die hierbei auftretenden Erſcheinungen wechſeln aber mit der Verſchiedenheit der Säugethiere. Die beſtändige Wirkung verräth ſich übrigens nur, ſo wie der obere, nicht aber der untere Theil jener Nerven angegriffen wird.

4372 Halten wir uns zunächſt an die in Hunden auftretenden Erſcheinungen, ſo vererget ſich hier das Sehloch in auffallendem Maaße. Die Verkleinerung der Pupille tritt nicht im Augenblicke der Nervendurchſchneidung, ſondern erſt ungefähr eine bis eine halbe Minute nach derſelben hervor. Die Iris ſchwankt, ſo wie die Nerven angegriffen werden. Sie kann ſich ſelbſt dann noch in Folge der Reizung derſelben erweitern. Die

[1]) Petit, in Histoire de l'Academie. 1727. Paris 1729. 4. p. 5 fgg. Eine ausführliche Darſtellung dieſer Verſuche findet ſich in: Stilling, physiologische, pathologische und medicinisch-praktische Untersuchungen über die Spinalirritation. Leipzig 1840. 8. S. 129 fgg. Vergl. De functionibus nervorum. p. 109.

tige Umfangsabnahme folgt aber in einigen Secunden nach und dauert lange fort, bis das Sehloch den Durchmeſſer eines großen Stecknadelpfes erreicht hat. Es verharrt in dieſem Zuſtande Monate lang. an kann daher wahrſcheinlich mit Recht nach Arnold annehmen, daß der durchſchnittene Nerv, wenn jenes Zeichen fortdauert, nicht wiedereugt hat.

Das verkleinerte Sehloch hat im Allgemeinen eine kreisrunde Form. 4373
an bemerkt jedoch auch hin und wieder einzelne Unebenheiten des Begrenzgsrandes, die von Zeit zu Zeit wechſeln. Erweitert ſich das Sehloch ter dem Einfluſſe von Belladonna[1]), ſo erreicht es nie die Größe, lche die geſunde Pupille unter den gleichen Verhältniſſen darbietet. pfte ich dann die wäſſrige Feuchtigkeit ab, ſo vergrößerte ſich der Umfang s Sehloches des kranken Auges in geringem Grade. Es nahm zugleich ne länglichrunde Form an. Die Pupille geſunder Augen pflegt ſich unr dieſen Verhältniſſen zu verkleinern.

Der Hund zieht das dritte Augenlid vor, ſo daß ein Stück der inne- 4374
n Abtheilung der Hornhaut von dieſer weißen Haut bedeckt wird. Er legt zugleich ſeinen Augapfel weiter nach innen zu richten und die Aunlidſpalte weniger, als an der geſunden Seite zu öffnen. Die Thränen ſtürzen in reichlicherem Maaße heraus. Der Glanz oder die Spiegeng des Auges ändert ſich zugleich. Die Gefäße der Bindehaut röthen einige Zeit nach der Nervenverletzung in auffallendem Maaße. Dieſes chen verliert ſich wiederum in der Folge. Es bleibt aber die Abſondeng einer zähen Maſſe leicht zurück. Ein Hund, an dem ich den Verch angeſtellt hatte, litt noch nach Monaten an einer ſo bedeutenden Verhrung der Schleimbereitung, daß zähe gelblich weiße Maſſen zur Augenſpalte fortwährend heraustraten und ſich in dem inneren Augenwinkel häuften. Die Hornhaut bleibt dabei hell, die Regenbogenhaut zeigt keine ſentliche Veränderung. Der Farbenwechſel derſelben, den Molinelli[2]) giebt, iſt, ſo viel ich weiß, keinem ſpäteren Forſcher vorgekommen. Das ehvermögen erhält ſich, ſo weit man es beurtheilen kann, unverſehrt. pft man die wäſſrige Feuchtigkeit ab, ſo findet ſich Lichtſcheu, wie an nem geſunden Auge, ein.

Die oben erwähnte Ueberfüllung der Bindehautgefäße und die Ver- 4375
ößerung der Schleimabſonderung verlieren ſich nach und nach. Die hränen ſtrömen in der Folge ebenfalls ſparſamer hervor. Da ihre Ausnderung merklich abnehmen kann, wenn ſelbſt noch das dritte Augen vorgezogen bleibt, ſo folgt hieraus, daß dieſes kein mechaniſches Hinrniß, aus dem der frühere reichlichere Thränenfluß zu erklären wäre, fert. Es kann zuletzt ſo weit kommen, daß nur die Verengerung des ehloches und untergeordnete, bisweilen kaum merkliche Veränderungen der Stellung des Augapfels zurückbleiben.

---

[1]) S. Biffi, Intorno all' influenza che hanno sull' occhio i due nervi Grande Sympathico e Vago. Pavia 1846. 8. p. 12. 13.

[2]) Molinelli, in De Bononiensi scientiarum et artium Instituto atque Academia Commentarii. Tom. III. Bononiae 1755. 4. p. 290.

Hatte Biffi [1]) den herumſchweifenden Nerven allein oberhalb ſeiner Verbindung mit dem ſympathiſchen Stamme im Hunde durchſchnitten, ſo kehrten alle angeführten Merkmale nur in geringerem Maaße wieder. Die Ueberfüllung der Bindehautgefäße hatte auch in kürzerer Zeit aufgehört. Eine ähnliche mildere Erſcheinungsreihe zeigte ſich nach der Trennung des aufſteigenden Aſtes des oberſten Halsknotens des Sympathicus. Reizte Biffi dieſen ſelbſt mechaniſch, ſo erweiterte ſich das Sehloch in auffallendem Grade. Wurde er gänzlich entfernt, ſo verkleinerte ſich die Pupille innerhalb einer halben Minute. Es fanden ſich wiederum alle oben erwähnten Zeichen ein. Die Pupille bewahrte aber ihren einmal angenommenen geringen Umfang in hartnäckigerer We

4376 Wiederholt man die Verſuche an Kaninchen, ſo erhält man keine auffallende Veränderungen, als im Hunde. Die Blutüberfüllung der Bindehaut und die eigenthümliche Vermehrung der Abſonderung verrathen ſich hier in keinem auffallenden Grade. Die Pupille verengert ſich auch nur niger und nimmt meiſt eine länglichrunde Geſtalt an. Hat man den unteren Halsknoten des herumſchweifenden Nerven, der dem gangliöſen Geflechte des Menſchen entſpricht, nur theilweiſe abgetragen, ſo kann ſich das Sehloch ſeine gewöhnlichen Verhältniſſe bewahren. Dieſes verkleinert ſich aber, wie es ſcheint, ſtärker, wenn man den oberſten Halsknoten des ſympathiſchen Nerven entfernt. Unterbindet man die aufſteigenden Aeſte deſſelben, ſo erhält man ähnliche Ergebniſſe. Der Einfluß der Wurzelfäden wird uns bei der Betrachtung der Wirkung der Nervenknoten ausführlicher beſchäftigen.

Es kommt bisweilen krankhafter Weiſe im Menſchen vor, daß ſich das Sehloch im Dunkeln verengt und im Hellen erweitert, daß ſich mithin Veränderungen, die den gelrechten Verhältniſſen entgegengeſetzt ſind, kundgeben. Wir haben ſchon §. 4373 geſehen, daß ſich etwas Aehnliches in Hunden, deren Vagus-Sympathicusſtamm beiderſeits durchſchnitten und deren wäſſrige Feuchtigkeit abgezapft worden, wiederholen kann. Hatte ich die von dem oberſten Halsknoten des Sympathicus emporſteigenden Nerven in einem Kaninchen drei Wochen vorher unterbunden, ſo blieb oft die Pupille im Hellen unverändert. Sie erweiterte ſich bisweilen in geringem Grade. Sie zog ſich dagegen im Dunkeln zuſammen. Wurde die wäſſrige Feuchtigkeit durch einen Hornhautſtich entleert, ſo vergrößerte ſich der Umfang des Sehloches in bedeutendem Maaße.

4377 Prüft man die Bewegungseinflüſſe des ſympathiſchen Nerven in einer größeren Reihe friſch getödteter Säugethiere, ſo überzeugt man ſich nach und nach, daß viele Verkürzungserſcheinungen der Bruſt-, der Bauch- und der Beckeneingeweide von den Stämmen und Aeſten des ſympathiſchen Nerven oder den Geflechten, die er in Verbindung mit dem herumſchweifenden oder anderen Körpernerven erzeugt, abhängen. Stellen wir alle die Ergebniſſe, welche mir die an Pferden, Schaafen, Katzen, Kaninchen und Meerſchweinchen gemachten Beobachtungen geliefert haben, überſichtlich zuſammen, ſo erhalten wir:

---

[1]) Biffi a. a. O. p. 17 - 19.

Nervengebilde.	Bewegliche Maſſe.
1) Oberſter Halsknoten (Ganglion cervicale supremum N. sympathici).	Regenbogenhaut des Auges.
2) Halstheil des Grenzſtranges (Pars cervicalis N. sympathici.	Herz. (Speiſeröhre?)
3) Herzzweige, unterſter Halsknoten, oberſte Bruſtknoten. Herzgeflechte (R. R. cardiaci, Ganglion N. sympathici cervicale inferius, Ganglia thoracica suprema Plexus cardiaci).	Herz.
4) Speiſeröhrengeflechte (Plexus oesophagei).	Speiſeröhre. (Magen?)
5) Bruſttheil des Grenzſtranges (Pars thoracica N. sympathici.)	Dünne Gedärme (benachbarte große Gefäße?)
6) Eingeweideäſte (R. R. splanchnici).	(Magen?) Dünne Gedärme. (Querer Grimmdarm und Gallengang des Pferdes).
7) Sonnengeflecht und Gekrösgeflecht (Plexus coeliacus und mesaraicus).	Dünne Gedärme (Dickdarm?)
8) Lenden- und Heiligbeintheil des Grenzſtranges (Partes lumbalis und sacralis N. sympathici.)	Dünndarm. Blinddarm. Grimmdarm. Maſtdarm.
9) Mittlerer und unterer Lendentheil des Grenzſtranges.	Harnleiter.
10) Unterer Lenden- und oberer Sacraltheil des Grenzſtranges nebſt den davon ausgehenden Aeſten.	Harnblaſe. Maſtdarm. Samenleiter. Samenblaſe (des Meerſchweinchens). Fallopiſche Röhren u. Gebärmutter.

Es iſt unmöglich, alle dieſe Bewegungseinflüſſe des ſympathiſchen Nerven an einem einzigen oder auch nur an einer kleineren Reihe friſch getödteter Säugethiere zu verfolgen. Man kann ſogar eine gewiſſe Zahl von Kaninchen, Hunden oder Katzen prüfen, ohne zu einem vollkommen ſicheren Ergebniſſe zu gelangen, weil eine Menge ungünſtiger Nebenverhältniſſe das Urtheil zu ſtören im Stande ſind. Nur ſehr große Verſuchsreihen begründen nach und nach eine vollſtändigere Ueberzeugung.

Das Herz ſchlägt häufig von ſelbſt fort. Es ruht nicht ſelten in dem friſch getödteten Thiere und beginnt dann ſeine Thätigkeit von Neuem, ohne daß ſich eine deutliche Veranlaſſung nachweiſen ließe. Die Vorkammern klopfen eine Zeit lang allein, bis endlich plötzlich eine oder mehrere Zuſammenziehungen der Kammern nachfolgen. Die Stärke und die Geſchwindigkeit der Verkürzung, ſo wie die Zwiſchenzeiten der Ruhe können eben ſo ſehr wechſeln. Ein anderes eigenthümliches Verhältniß ſtört beſonders die Löſung der uns hier beſchäftigenden Frage. Ruht z. B. die rechte Vorkammer, ſo gelingt es, daß ein auf den Nerven angebrachter Druck eine Verkürzung auf der Stelle oder einige Secunden ſpäter anregt. Klopft ſie dagegen noch von Zeit zu Zeit ohne ſichtliche Veranlaſſung, ſo bleibt oft derſelbe Nervenreiz wirkungslos. Man erzielt höchſtens den zweideutigen Erfolg, daß die nächſte Zuſammenziehung ſtärker ausfällt oder früher eintritt. Wartet man aber, bis Alles ſtill ſteht, und wiederholt dann den früheren Verſuch in gleicher Weiſe, ſo erhält man bisweilen eine Verkürzung, deren Zuſammenhang mit den Nervenwirkungen keinem Zweifel zu unterliegen vermag. Die rhythmiſche Folge der Herzſchläge ſcheint gewiſſe Bedingungen vorauszuſetzen, die den unmittelbaren Einfluß der dazwiſchen liegenden Nervenreizung zu ſchwächen oder ſelbſt zu beſeitigen im Stande iſt.

Wird ein friſch getödtetes Säugethier ſich ſelbſt überlaſſen, ſo hängt es von den wechſelndſten Nebenverhältniſſen ab, ob und wie lange das Herz fortſchlägt. Der Gebrauch der künſtlichen Athmung ſichert vor dieſen Zufälligkeiten. Man kann dann faſt immer die Beobachtungen in aller Ruhe anſtellen und mehrfach wiederholen. Ich habe daher jenes Mittel in allen ſpäter zu erwähnenden magnet-elektriſchen Prüfungen zu Hilfe gezogen. Ich band z. B. ein paſſend gebogenes Glasrohr in der Luftröhre des le-

beiden jungen Kaninchens, hielt die Mündung fest zu, erstickte auf diese Weise das Thier, wartete, bis die Krämpfe vorüber waren, öffnete dann die drei Körperhöhlen, entfernte das große, das kleine Gehirn und oft auch das verlängerte Mark und ließ endlich die künstliche Athmung einleiten. Es ist nicht nöthig, daß das Lufteinblasen ununterbrochen fortgesetzt wird. Ich unterließ es sogar fast immer während der Zwischenzeiten, in denen die Herzverhältnisse geprüft wurden, um mich desto eher gegen die mechanischen Nebenwirkungen zu sichern. Macht man auch längere Pausen, so kann man doch seine Untersuchungen meistentheils eine halbe bis eine ganze Stunde und selbst länger fortsetzen. Jüngere Thiere eignen sich hierzu weit eher, als ältere.

Der Druck der Nerven liefert hier, wie bei den übrigen Zweigen des Sympathicus, die reinsten Ergebnisse. Es hat aber den Nachtheil, daß er nur kurze Zeit wirkt und den angegriffenen Theil des Nerven für immer unthätig macht. Will man chemische Reize versuchen, so betupft man am besten die Nervenmasse mit einem fein zulaufenden an der Spitze zugeschmolzenen und hier abgerundeten Glasstabe, der mit einer geringen Menge von Salpetersäure befeuchtet worden. Gebraucht man galvanische Ströme, so muß man auf das Sorgfältigste vermeiden, daß sich diese durch die Nachbargebilde weiter verbreiten und so Wirkungen, die nicht von den Nerven abhängen, hervorrufen. Ich nehme daher nur Wasser als Zwischenflüssigkeit des §. 4338 beschriebenen Magnetelektromotors und gebrauche die dünnsten, mit Siegellack überzogenen Leitungsdräthe. Die Enden von diesen werden so sehr zusammengebogen, daß ihr wechselseitiger Abstand nur ½ bis ¼ Mm. beträgt. Man kann dann beide Pole an einen Nervenstamm oder einen Knoten ohne Gefahr anlegen. Ich pflege aber die Stärke des Stromes, um mich noch mehr zu sichern, mit der Zungenspitze zu prüfen und sie, wenn es nöthig wird, durch die Entfernung der Unterlage des Hammers oder seltener durch den Gebrauch des Moderators noch mehr zu schwächen (S. 404).

Habe ich eine deutliche Wirkung erhalten, so wiederhole ich den Versuch, indem ich die Dräthe an die Aorta, an eine der Hohl- oder der Lungenvenen oder überhaupt an eine dem Herzen näher gelegene Stelle anbringe. Es ist mir sogar vorgekommen, daß ich die Leiter an eine Vorkammer, nicht aber an die entfernten Nerven vergeblich anlegte. Bleibe ich trotz dieser Gegenversuche zweifelhaft, so schneide ich das Herz aus, lege es an seine frühere Stelle und reize den Nerven von Neuem. Fehlt der Erfolg dieses zweite Mal, während das Herz selbst noch empfänglich ist, so unterstützt dieses die Annahme, daß die frühere Wirkung von dem Nerven und nicht von der Durchleitung des elektrischen Stromes abhing.

Die Zahl der Herzschläge kann sich in Folge der Nervenreizung wesentlich ändern. Viele neuere Forscher scheinen die Zahlen, die man in dieser Hinsicht mittelst der Secundenuhr bestimmt, als die vorzüglichsten Beweismittel des Nerveneinflusses anzusehen. Man darf aber hierbei nicht vergessen, daß nichts so leicht täuschen kann, als die bloße Abzählung der Herzschläge, vorzugsweise der Säugethiere. Diese wechseln schon häufig von selbst an dem bloßgelegten Herzen. Die Menge der Zusammenziehungen nimmt hierbei keineswegs nach dem Tode stetig ab. Man stößt häufig genug auf Vergrößerungen der Zahlen der Herzschläge, ohne daß man die Ursache der Veränderung irgendwie angeben könnte. Hat man die Nerven frisch getödteter Kaninchen mehrere Male angesprochen und ist vorzüglich der Herzschlag seltener geworden, so bemerkt man in der Regel so viele Schwankungen, daß man eine sichere Ueberzeugung fast nie gewinnt. Es kann sich sogar ereignen, daß die Zahl der Herzschläge vollkommen unverändert bleibt, während sich deutliche Folgen der Nervenreizung durch andere Merkmale verrathen. Die rechte, zuletzt absterbende Vorkammer eines Kaninchens schlug z. B. nur 6—7 Mal in 30 Secunden, vor, während und nach der Reizung des rechten untersten Hals- und des obersten Brustknotens des Grenzstranges. Der Einfluß des Magnetelektromotors gab sich aber nichtsdestoweniger dadurch zu erkennen, daß sich die Vorkammer kräftiger zusammenzog, oder daß zwei Schläge derselben rasch hinter einander auftraten und eine Bewegung der rechten Kammer, die früher nicht vorhanden war, nachfolgte.

Aeltere Beobachtungen, die ich mit mechanischen und chemischen Reizmitteln, so wie mit schwächeren oder stärkeren galvanischen Ketten angestellt hatte, führten mich schon zu der Ueberzeugung, daß die Halsstämme des herumschweifenden und des sympathischen Nerven, der unterste und vielleicht auch der oberste Hals- und die obersten Brustknoten, die Herzzweige (R. R. cardiaci) und die Herzgeflechte die Verkürzungserscheinungen der

rztheile anregen oder verändern können [1]). Wiederholte ich dieſe Unterſu-
Hilfe des Magnetelektromotors unter den oben angeführten Vorſichtsmaaß-
elangte ich zu ähnlichen Schlüſſen. Ich bediente mich hierzu einen bis zwei
er Kaninchen, welche durch Erſtickung getödtet worden waren. Man öffnete
nd die Schädelhöhle, entfernte das große, das kleine Gehirn und das ver-
ark, leitete die künſtliche Athmung ein und legte die entſprechenden Nerven-
Halſe und in der Bruſt bloß.

ich z. B. den Verſuch im Anfange, als das Herz noch mit Lebhaftigkeit
ſo zog es ſich mühſamer und ſpärlicher zuſammen, ſo wie die Dräthe des
romotors an die beiden Halsſtämme des herumſchweifenden Nerven ungefähr
e der Länge des Halſes angelegt wurden. Das Hinderniß, auf welches die
ſtieß, verrieth ſich in den Kammern am deutlichſten. Es ereignete ſich hier-
nicht die ganze Maſſe des Ventrikels auf ein Mal verkürzte, ſondern daß
enziehung mühſam und in einer Art von Wellenbewegung längs der Ober-
ging. Wiederholte man den Verſuch an den beiden Halsſtämmen des ſym-
Nerven, ſo fehlten dieſe Erſcheinungen. Die Zahl der Herzſchläge nahm aber
Es iſt jedoch zu bemerken, daß dieſer Erfolg nicht ſelten auch die gleichzei-
ng der beiden herumſchweifenden Nerven begleitete.

in anderen Kaninchen vor, daß das ganze Herz oder vorzüglich die Kam-
anden, ſo lange die Dräthe des Magnetelektromotors an den herumſchweifen-
anlagen, nach Entfernung derſelben aber lebhafter fortklopften. Es zeigte
ren Fällen, daß der Stillſtand nur die erſten Augenblicke anhielt und die
Pulſation noch während des Durchganges der Ströme zum Vorſchein kam.
ich in Aether betäubt hatte, lieferten ähnliche Ergebniſſe.

artete in einem anderen Kaninchen, bis das Herz nicht mehr von ſelbſt fort-
legte dann die nur ¼ Mm. von einander entfernten Dräthe an den zweiten
oten des rechten Grenzſtranges. Die rechte Vorkammer zog ſich ſogleich auf das
ſtärkſte zuſammen. Dieſer Verſuch ließ ſich mehrere Male mit dem gleichen Erfolge
holen. Die Anregung des erſten Bruſtknotens führte zu entſprechenden Erſcheinun-
Legte man dagegen die ¼ Mm. abſtehenden Spitzen der Elektroden an die Aorta,
an die Oberfläche der rechten Vorkammer, ſo fehlte die Wirkung. Die Anregung
Nerven griff daher hier ſtärker, als die Reizung, welche die Muskelfaſern von ſelbſt
durch. Waren die Verſuche, die ich an den Nerven machte, eine Reihe von Malen
rholt worden, ſo begann die rechte Vorkammer von ſelbſt fortzuklopfen. Die gleiche
nerregung führte aber jetzt zu keiner ſichtlichen Veränderung mehr.

Der Magen vorzüglich des Kaninchens kann vier verſchiedene Arten von Verkür-
erſcheinungen darbieten. 1) Es bilden ſich thalartige Furchen, die im Allgemeinen
Richtung der Längenachſe des Körpers dahingehen, mithin auch auf der längeren
chſe des Magens ſelbſt nahebei ſenkrecht ſtehen. Sie ſind nicht ſelten ſo breit, daß
aſt den kleinen Finger hineinlegen könnte. Ich habe dieſe Wirkung bei dem Ge-
e des Magnetelektromotors in Hunden und Kaninchen häufig wahrgenommen.
zeigen ſich linienförmige Einſchnürungen, die meiſt in ähnlichen Richtungen, wie
ter Nr. 1 erwähnten Furchen verlaufen. Man erhält ſie nicht ſelten nach mecha-
Reizen in den verſchiedenſten Säugethieren. 3) Es kommt eine periſtaltiſche Be-
g, vorzüglich am Pförtnertheile zu Stande. 4) Man bemerkt eine feine Runze-
n dem Bauchfellüberzuge. Es erzeugt ſich eine Reihe von ſchillernden Linien, wie
B. auch an durchſchnittenen und elaſtiſch zurückgezogenen Nerven oder Sehnen auf-
Es kann hierbei vorkommen, daß ein Theil jener Linien der Längenachſe des
s entſprechend dahingeht, während ein anderer mehr der Quere nach verläuft.
Erſcheinung ſetzt den geringſten Grad von Reizempfänglichkeit voraus. Hat der
n eine Zeit lang an der Luft gelegen und bleibt jeder Verſuch, den man mit dem
rtelektromotor anſtellt, erfolglos, ſo gelingt es bisweilen noch, die Runzelung zu
e zu bringen, ſo wie man mit einem feuchten Schwamme über die Oberfläche des
s dahinfährt.

---

[1]) vergl. z. B. E. Bruener, Disquisitio experimentis illustrata de singulorum Nervi sympathici partium VI. in cor. Berolini 1836. 8. p. 40 sgg. De functionibus nervorum. p. 62. Longet. a. a. O. Tome II. p. 605.

Die Anregung des herumschweifenden Nerven kann alle diese vier Arten von Bewegungen im Magen hervorrufen (§. 436). Mag man die Wurzeln des herumschweifenden und des Beinerven in der Schädelhöhle, den Halsstamm oder den Brustheil des Vagus ansprechen, so begegnet man häufig den eben erwähnten Erscheinungen in Kaninchen sowohl, als im Hunde. Manche Forscher [1]) stellen es in Abrede, daß der sympathische Nerv Bewegungen im Magen nach sich zieht. Diese Ansicht stützt sich vorzugsweise darauf, daß es nicht gelang, Magenverkürzungen durch Reizung des Sonnengeflechtes anzuregen. Ich bemerkte sie jedoch schon in früheren Versuchen, wenn ich den Halsstamm oder die obersten Brustknoten des sympathischen Nerven in Kaninchen gereizt hatte [2]). Legte Volkmann [3]) die Drähte des Magnetelektrometers an den Brusttheil des Grenzstranges einer erhängten Katze, so entstanden heftige peristaltische Bewegungen in dem Magen und den Gedärmen. Ebenso verkürzte sich der Magen eines jungen Hundes mit großer Lebhaftigkeit, sowie der größere Eingeweidenerv (N. splanchnicus major) unmittelbar vor seinem Eintritt in das Sonnengeflecht angesprochen wurde. Ich sah lebhafte Magenbewegungen eines erwachsenen Hundes, wenn ich die Gegend des ersten Brustknotens des Grenzstranges mit den Drähten des Magnetelektrometers berührte. Ich kann endlich noch einen anderen Versuch anführen, der das Gleiche auf mittelbarem Wege beweist.

Ich öffnete die Körperhöhlen eines durch Erstickung getödteten gemeinen Kaninchens, durchschnitt die Speiseröhre und die an ihr sogleich in die Augen fallenden Vagusstämme oberhalb des Zwerchfelles und entfernte hierauf das große und das kleine Gehirn. Legte ich nun die Drähte des Magnetelektrometers an die untere Durchschnittsfläche des verlängerten Markes, so bildeten sich zahlreiche fingerförmige (§. 427 unter Nr. 1 beschrieben) Einschnürungen. Es entstanden zugleich lebhafte peristaltische Bewegungen, die nach dem Zwölffingerdarme gerichtet waren. Ich entfernte nun das verlängerte Mark und legte die ungefähr ½ Mm. wechselseitig abstehenden Enden an die obere Durchschnittsfläche des Rückenmarkes. Der mit Speisen gefüllte Magen bekam dann die unter Nr. 4 S. 427 erwähnten Runzeln. Dieser Versuch beweist so viel, daß noch andere Nervenfasern, als die, welche mit den Vagusstämmen und im Speiseröhrengeflechte in die Bauchhöhle treten, Verkürzungen im Magen anregen können.

Die Wurmbewegung der dünnen Gedärme, welche der Eröffnung der Unterleibshöhle zu folgen pflegt, stört natürlich die Beobachtungen, die man über die Thätigkeit jener Gebilde von dem Nervensysteme anstellt, in hohem Grade. Sie tritt im Allgemeinen in Kaninchen lebhafter, als in Hunden auf. Sie verstärkt sich binnen nach der Reizung der bald zu erwähnenden Nerventheile in so auffallendem Maße, daß der Versuch eine gewisse Beweiskraft zu erhalten vermag.

Da jene Regungen des Dünndarmes von dem Einflusse der in die Bauchhöhle einstürzenden Atmosphäre größtentheils herrühren, so hat man auch häufig den Versuch gemacht, nur die Bauchmuskeln zu entfernen und die durch das Bauchfell hindurchschimmernden Darmtheile ins Auge zu fassen. Es versteht sich von selbst, daß die geringste Verletzung des Bauchfells die Bemühungen vereitelt. Hat man aber auch diese Klippe vermieden, so können zwei unglückliche Nebenumstände Wurmbewegungen veranlassen. Man bemerkt sie nämlich sehr leicht, so wie man den Leichnam des Thieres unvorsichtig wendet oder eine andere mechanische Einwirkung durchgreifen läßt. Da sie überdies, wie wir später sehen werden, von den Centraltheilen des Nervensystems aus angeregt werden können, so ereignet es sich nicht selten, daß sie der Entfernung des Gehirns oder des verlängerten Markes auf dem Fuße nachfolgen.

Gelingt es, den Darm in vollkommener Ruhe zu erhalten, so gewinnt man das sicherste Ergebniß, wenn die erste Reizung eines Nerven Wurmbewegung in den durchschimmernden Stücken desselben hervorruft. Es kommt hierbei vor, daß sie nach einiger Zeit aufhört und nach einer zweiten Nervenreizung von Neuem eintritt. Man muß sich jedoch hier vor einer Täuschung in Acht nehmen. Da man nämlich nur einen Theil der dünnen Gedärme übersieht, so kann es sich ereignen, daß sich die Wurmbewegung auf eine versteckte Darmschlinge fortpflanzt und erst nach einiger Zeit an dem früheren Orte von Neuem auftritt (Bd. II. §. 2347).

[1]) Longet, a. a. O. Tome II. S. 608.
[2]) De functionibus nervorum p. 63.
[3]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1845. S. 414. 425.

Joh. Müller, Kürſchner und viele andere Forſcher haben ſchon die Bemerkung macht, daß die mechaniſche oder chemiſche Reizung des Sonnengeflechtes lebhaftere Darmbewegungen in den dünnen Gedärmen nach ſich zieht. Ich erhielt die gleichen Wirkungen, wenn ich den mittleren oder unteren Bruſttheil des Grenzſtranges oder die Eingeweideäſte (R. R. splanchnici) anſprach. Der Bauchtheil des Grenzſtranges pflegt nur auf die tieferen Abtheilungen des Nahrungskanales zu wirken. Die Periſtaltik der dünnen Gedärme ſchien ſich auch in meinen früheren Verſuchen durch die Anregung mehrerer in der Schädelhöhle befindlichen Nerven, wie des dritten, des fünften und in der Regel auch des elften Paares zu verſtärken. Dieſes letztere Ergebniß hängt vielleicht mit dem ſchon §. 4343 erwähnten Einfluſſe, den der Halsſtamm des herumſchweifenden Nerven auszuüben vermag, zuſammen.

Der Gebrauch des Magnetelektromotors bekräftigte dieſe älteren Angaben. Man kann hier die lebhafteſten Darmbewegungen durch den Anſpruch des Grenzſtranges oder der Eingeweideäſte in Hunden, Katzen oder Kaninchen leicht anregen.

Man vermag aber auch wiederum mittelbar zu beweiſen, daß die Bewegung der dünnen Gedärme von den Halsſtämmen des herumſchweifenden Nerven nicht ausſchließlich abhängen. Ich hatte z. B. die beiden Vagi eines durch Verblutung getödteten, ungefähr vierwöchentlichen Albinokaninchens in der Mitte des Halſes durchſchnitten und die Bauchmuskeln ohne Verletzung des Bauchfelles entfernt. Stieß ich nun die dünnen Drähte des Magnetelektromotors in das kleine Gehirn nach dem verlängerten Marke hin ein, ſo geriethen die durchſchimmernden Theile der dünnen Gedärme in die lebhafteſte Darmbewegung.

Der Reiz der Luft kann zwar auch die **dicken Gedärme** zur Verkürzung bringen. Dieſer Fall tritt aber ſeltener, als in den dünnen Gedärmen auf. Man erhält daher auch hier häufiger befriedigendere Ergebniſſe, wenn man ſelbſt die Unterleibshöhle geöffnet hat. Das Erkalten und das Vertrocknen der Darmtheile, ſo wie die Trägheit der Reizbarkeitsverhältniſſe vereiteln viele Beobachtungen, ſo daß man fünf oder ſechs Kaninchen oder Hunde prüfen kann, ehe man einem völlig beweiſenden Verſuche begegnet. Der Maſtdarm zeigt ſich in der Regel beweglicher, als der Grimmdarm oder der Blinddarm. Er verfällt aber auch leicht von ſelbſt in lebhafte Periſtaltik oder in eine gewöhnliche ſtoßende Wurmbewegung.

Der Lenden- und der Heiligbeintheil des ſympathiſchen Nerven wirken häufig auf das Deutlichſte auf die einzelnen Abſchnitte der dicken Gedärme. Der quere und der abſteigende Grimmdarm des Pferdes bewegte ſich auch nach dem Anſpruche des Eingeweideknotens. Budge [1]) bemerkte Bewegungen in dem Blinddarm des Kaninchens, wenn er die peripheriſchen, auf einer Glasplatte liegenden Stücke der Halstheile des herumſchweifenden Nerven mit der Rotationsmaſchine in Verbindung brachte. Setzt man die Drähte in das verlängerte Mark ein, ſo erhält man nach jenem Forſcher nur dann die Blinddarmbewegung, wenn die Vagi unverletzt ſind. Ich kann dieſem Ausſpruche nicht beipflichten. Hatte ich die Speiſeröhre nebſt den anliegenden Nerven oberhalb des Zwerchfells durchſchnitten und die dünnen Drähte des Magnetelektromotors in das verlängerte Mark eingeſenkt, ſo zog ſich der ſtark gefüllte Blinddarm mehrere Male auf das Deutlichſte zuſammen.

Die örtlich beſchränkten Verkürzungen des Verdauungskanals können ebenfalls häufig die bewegenden Einflüſſe der Aeſte des ſympathiſchen Nerven nachweiſen. Drückt man einzelne Zweige, die in dem Gekröſe verlaufen, ſo erhält man nicht ſelten eine Einſchnürung in dem gegenüberliegenden Darmtheile, während die Nachbargebilde ruhig bleiben oder eine ſtärkere oder ſchwächere Wurmbewegung gleichfalls darbieten. Dieſe Verſuchsweiſe pflegt an dem Maſtdarme am Leichteſten zu gelingen.

Mag die **Harnblaſe** ſtrotzend gefüllt und ausgedehnt oder zu einem großen Theile entleert ſein, ſo verfällt ſie doch nicht ſelten in lebhafte Bewegungen, ſowie man die Bauchhöhle geöffnet hat. Sie bleibt dafür in anderen Fällen unter allen Verhältniſſen ruhig oder zieht ſich nur ganz allmählig zuſammen. Hat man ihre Verkürzung in irgend einer Weiſe angeregt, ſo ereignet es ſich häufig, daß die wühlenden Bewegungen die längſte Zeit fortdauern, daß der Umfang der Blaſe nach und nach beträchtlich abnimmt

[1]) Budge, in R. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie. Bd. III. Abtheilung 1. Braunſchweig 1847. 8. S. 422.

: die Betrachtung der allgemeinen Nervenverhältnisse aufsparen. Die age, ob die Nervenknoten eine wesentliche Rolle in dieser Hinsicht über- hmen, wird auch dort näher besprochen werden.

Hat man den Hüftnerven in der Mitte des Oberschenkels, das Hüft- 4379
flecht oder dessen Hauptäste oberhalb oder unterhalb der Verbindungs- eige des Grenzstranges des sympathischen Nerven im Frosch durchschnit- t, so bemerkt man keine durchgreifende Störung in dem Capillar- islaufe der Schwimmhaut. Es ist nicht möglich, eine Erweiterung der nsten Blutgefäße auf dem Wege der mikrometrischen Messung nachzu- isen. Reizt man die hinteren Wurzeln der zu dem Beine verlaufenden erven mechanisch oder chemisch, so kann man keine Veränderung der lutbewegung in der Schwimmhaut mit Sicherheit erkennen.

Die Folgen der oben erwähnten Nervenverletzungen wechseln in hohem rade mit Verschiedenheit der Geschöpfe. Hatte ich große und kräftige mittelbar vorher eingefangene grüne Grasfrösche gebraucht, so fehlten alle ibenden Gewebeentartungen, ich mochte die Thiere in bloßem Wasser er in schwach befeuchtetem Moose aufbewahren. Man bemerkte höchstens einzelnen Tagen, daß manche Blutgefäße der Schwimmhaut durch ihre the Farbe auffielen, daß sich die Oberhaut lappenartig losstreifte oder ß sich ein Leiden an der Fußsohle einstellte. Diese Krankheitserscheinun- n schwanden wieder nach einiger Zeit. Das gelähmte Glied kehrte zu nen regelrechten Verhältnissen scheinbar wieder. Konnte ich aber die hiere vier Monate lang am Leben erhalten, so bemerkte man auf den ten Blick, daß der Ober- und der Unterschenkel des kranken Beines auf- lend abgemagert waren und daß die Haut gleichsam zu weit für das brige zu sein schien.

Andere grüne oder braune Frösche dagegen lieferten tiefer greifende törungen. Die Oberhaut ging in großen Lappenstücken davon. Das lähmte Glied schwoll in beträchtlicherem Grade wassersüchtig an. Der pillarkreislauf schien in einzelnen Stellen der Schwimmhaut hin und eder zu stocken. Diese oder die Schenkelhaut überhaupt besaß eine auf- lend blasse Färbung. Es erzeugten sich Geschwüre an den Zehen oder ch an anderen Stellen, z. B. in der Nähe des Fußgelenkes, an der In- nseite des Oberschenkels. Sie zerstörten einzelne Knochen und Weichge- de der Phalangen. Manche von ihnen können nach Stannius[1]) zu- ilen und später wieder aufbrechen. Hannover und Stilling be- rkten überdies, daß Schimmelbildungen mit Leichtigkeit emporwuchern.

Läßt man die Frösche längere Zeit in dem gleichen Wasser, so daß ses schmutzig wird, so leiden schon bisweilen gesunde Thiere, vorzüglich nn sie gehungert haben und bedeutenden Wärmegraden ausgesetzt sind. ie oben erwähnten Ernährungsstörungen finden sich an den operirten Geschö- en leichter ein. Hält man diese in feuchtem Moose, so sind sie vor jenen chtheiligen Folgen eher geschützt. Die lappige Losstoßung der Oberhaut,

[1]) Stannius, in Müller's Archiv. 1847. S. 457.

vorübergehende waſſerſüchtige Anſchwellungen, die Geſchwürsbildungen und die ſpätere Abmagerung können aber deſſenungeachtet wiederkehren.

Da viele Forſcher die Ernährungserſcheinungen von den Faſern des ſympathiſchen Nerven oder den Aeſten der Ganglien überhaupt abhängig machten, ſo hat man häufig Verſuche am Froſche angeſtellt, um ſich eine Erfahrungsgrundlage für jene Vorſtellungsweiſe zu verſchaffen. Es können hier die Verbindungsfäden, die von dem Grenzſtrang des ſympathiſchen Nerven zu dem Hüftgeflechte hinübergehen, und der unterſte Theil des Sympathicus ſelbſt ohne Gefahr verletzt werden. Macht man nämlich einen Einſchnitt zur Seite des Schwanzbeines, ſo gelangt man mit Leichtigkeit zu dem Hüftgeflecht. Man kann die einzelnen Aeſte deſſelben oberhalb oder unterhalb der von dem Sympathicus kommenden Verbindungszweige durchſchneiden oder dieſe ſelbſt losttrennen. Die Letzteren dienen auch am beſten als Leiter, um den Grenzſtrang aufzuſuchen. Man vermag zu allen dieſen Theilen zu gelangen, ohne das Bauchfell zu verletzen. Reißt man die Zweige des Hüftgeflechtes ſo hoch als möglich aus oder ſchneidet man ſie umgekehrt ſehr tief durch, ſo erzeugt man in der Regel keine irgend beträchtliche Blutung. Dieſe findet ſich dagegen eher ein, ſo wie man den Grenzſtrang des Sympathicus ſelbſt anzugreifen ſucht. Viele Thiere gehen auch deshalb nach einigen Tagen zu Grunde. Wollte man dagegen die Bauchhöhle öffnen und die erwähnten Nerven von vorn her angreifen, ſo würde man ein Verſuchsverfahren wählen, das die ſchädlichſten Folgen nothwendiger Weiſe nach ſich zöge.

Hatte Walther [1]) die Verbindungsfäden des Grenzſtranges und des Hüftgeflechtes durchſchnitten, ſo glaubte er aus der Mehrzahl ſeiner Erfahrungen ſchließen zu müſſen, daß der Kreislauf im Anfange mit völliger Regelmäßigkeit in der Schwimmhaut vor ſich geht, daß aber die Schnelligkeit deſſelben in der Folge zunimmt. Die Netze der Capillaren vergrößerten ſich. Dieſe ſchloſſen weniger Blutkörperchen, als ihren Durchmeſſern entſprach, ein. Ihre Breite nahm um ⅓ bis ⅛ ab. Die Schwimmhaut ſelbſt wurde blaſſer. Es zeigte ſich hierauf wieder in der Regel ein Zeitraum, in welchem dieſe Abweichungen mangelten. Die Blutbewegung verlor noch ſpäter ihre gewöhnliche Geſchwindigkeit. Sie ſtockte endlich in einzelnen und zwar vorzüglich in den größeren Gefäßen. Die Knochen löſten ſich hier bei unvorſichtiger Behandlung von den Weichtheilen los. Die Bewegungskraft der Hinterbeine war nicht geſchwächt. Hatte Bidder [2]) die gleichen Verſuche wiederholt, ſo konnte er ſich von der Beſtändigkeit der von Walther angegebenen Thatſachen und vorzüglich von der Durchmeſſerveränderung der feinſten Blutgefäße, die er auch für die Entzündungserſcheinungen bezweifelt, nicht überzeugen. Axmann [3]) glaubt bemerkt zu haben, daß die Verkürzungsfähigkeit der Muskeln der Hinterbeine unter jenem Eingriffe leidet, der Blutlauf der Schwimmhaut unterbrochen wird, die Gefäße derſelben überfüllt ſind und viel Blutflüſſigkeit enthalten, daß die Gedärme erweicht werden, die Abſonderungen aufhören und Blutextravaſate in den entſprechenden Theilen zu Stande kommen. Dieſe Wirkungen ſollen nach ihm nie mangeln.

Wenn Axmann [4]) die Nervenwurzeln, die den Hinterbeinen angehören, getrennt hatte, ſo bemerkte er in keinem Falle irgend eine Störung in den Ernährungserſcheinungen. Wunden der Weichgebilde oder Knochenbrüche heilten eben ſo raſch, als in geſunden Thieren. Trennte er die Stämme des Hüftgeflechtes zwiſchen dem Spinalknoten und dem Verbindungszweige des Grenzſtranges [5]), ſo erblaßte die Haut. Die Pigmentzellen derſelben verkleinerten ſich zu runden Punkten. Es erweichten die Gewebe. Leber und Nieren ſollen nichts mehr abgeſondert haben. Es bildeten ſich waſſerſüchtige Ausſchwitzungen, die Gallenfarbeſtoff und Harnſäure enthielten. Es ſchwanden die Blutkörperchen. Man fand endlich, daß die Gefäße des Rückenmarkes und der Hüllen deſſelben übermäßig eingeſpritzt waren. Durchſchnitt endlich Axmann [6]) vergleichungsweiſe den

---

[1]) A. v. Walther, in Müller's Archiv. 1844 S. 448.
[2]) Bidder in Henle u. Pfeuffer's Zeitſchrift. Bd. IV. Heidelberg, 1845. S. 353.
[3]) C. F. Axmann, De Gangliorum systematis structura penitiori ejusque functionibus. Berolini 1847. 4. p. 24.
[4]) Axmann, a. a. O. pag. 16.
[5]) Axmann, a. a. O. pag. 19.
[6]) Axmann, a. a. O. pag. 22 fgg.

Hüftnerven an der einen Seite unterhalb und an der anderen oberhalb der Verbindung mit dem sympathischen Nerven, so sollen die Ergebnisse, wenn ich das Mitgetheilte richtig aufgefaßt habe, insofern abweichen, als die unwillkührlichen Verkürzungsgebilde ihre Fähigkeit der Zusammenziehung in dem ersteren Falle verlieren und die Stockungen des Kreislaufes hier vorherrschend hervortreten. Wurden endlich die Unterthiele der beiden Grenzstränge des Sympathicus in 14 Fröschen ausgerottet, so zeigten sich die Blutgefäße der Hinterbeine und der Beckenorgane im Uebermaaße angefüllt. Sie hatten ihr Verkürzungsvermögen verloren. Die Schleimhäute waren erweicht. Es hatte sich Blut in die Blase und den Mastdarm ergossen. Es mangelte die Harnabsonderung. Es kamen wassersüchtige Ausschwimmungen zum Vorschein. Diese Ergebnisse kehrten in allen Versuchen wieder, welche an dem eßbaren Grasfrosche angestellt worden sind.

Ich habe ähnliche Untersuchungen zu verschiedenen Zeiten gemacht, bin aber nie zu so entschiedenen Resultaten, wie sie Axmann[1]) mittheilt, gelangt. Manche von diesem Forscher angegebenen Verhältnisse fehlten mir gänzlich. Ich war niemals so glücklich, daß mir eine größere Reihe gleichzeitig eingefangener und auf dieselbe Weise verstümmelter Thiere immer genau dieselben Ergebnisse lieferte. Ich gebrauchte hierzu früher theils den grünen Grasfrosch (Rana esculenta), theils aber auch den Wetterfrosch (Rana temporaria). Eine neuere Versuchsreihe dagegen, aus der Mehreres in den folgenden Bemerkungen hervorgehoben worden, bezieht sich auf frisch eingefangene grüne Grasfrösche, von beträchtlicher Größe, die im Laufe des Monat Juni operirt wurden.

Lassen wir den noch unbekannten Einfluß der Jahreszeiten bei Seite, so kann man bald bemerken, daß hier viele Eigenthümlichkeiten mit der Verschiedenheit der Thiere hervortreten. Es ereignet sich, daß das gesunde oder das gelähmte Bein von grünen, frisch eingefangenen Grasfröschen, wenn man sie selbst nur in feuchtem Moose aufbewahrt, und zwar vorzüglich der Fuß ödematös wird, oder daß die Schwimmhaut einzelne, dem freien Auge durch ihre Röthe auffallende Gefäße darbietet, daß aber diese krankhaften Zeichen nach einen oder zwei Tagen schwinden und in längerer Zeit nicht wiederkehren. Ich sah z. B. diesen Wechselfall an dem gelähmten Beine eines Frosches, dessen Hüftgeflechtäste oberhalb der sympathischen Verbindungsfäden durchschnitten worden waren und den ich in schwach befeuchtetem Moose aufbewahrt hatte. Es kam mir in einem weiten, eben so verstümmelten und auf die gleiche Art aufbewahrten Thiere vor, daß eine stärkere Anschwellung an dem gelähmten linken und eine schwächere an dem gesunden rechten Beine 24 Stunden nach der Nervendurchschneidung vorhanden war. Sie hatte sich aber wieder den Tag darauf gänzlich verloren. Die Schwimmhaut des gelähmten Fußes war 24 Stunden früher auffallend geröthet, an dem folgenden Tage dagegen eben so blaß, als die der gesunden Seite. Verfolgt man die Erscheinungen längere Zeit, so können sich solche Wechselfälle mehrfach wiederholen. Es hängt daher zum Theil vom Zufall ab, was man an dem lebenden oder dem absichtlich getödteten Thiere vorfindet.

Der Einfluß, den die Aufbewahrungsweise ausübt, schwankt ebenfalls in hohem Grade. Man kann im Allgemeinen behaupten, daß gesunde oder kranke Frösche, die man in einem mit Wasser gefüllten Gefäße hält, ihre Oberhaut leichter und in größeren Lappen losstoßen und daß die gelähmten Glieder an Wassersucht eher leiden. Man begegnet aber auch hier den bestimmtesten Ausnahmen. Ich habe z. B. große, grüne, frisch eingefangene Grasfrösche, denen ich das Hüftgeflecht oberhalb der sympathischen Verbindungsfäden durchschnitten oder ausgerissen und einen, dessen Hüftnerv ich in der Mitte des Oberschenkels getrennt hatte, mehrere Wochen in nicht gewechseltem Wasser in einem kühlen Zimmer aufbewahrt, ohne daß sich wassersüchtige Beschwerden einfanden. Ich hatte das Hüftgeflecht in zwei sehr großen frischen grünen Grasfröschen oberhalb und in einem unterhalb der sympathischen Verbindungsfäden durchschnitten. Die Thiere wurden die ersten acht Tage in feuchtem Moose aufbewahrt. Da sich keine Ernährungsstörungen einfanden, so versetzte ich jedes in ein Gefäß, dessen Boden mit Wasser bedeckt war, so daß dieses die Hinterbeine und einen Theil des Rumpfes bespülte. Obgleich ich neues Wasser nur dann, wenn das frühere zu einem großen Theile verdunstet war, hinzugoß, obgleich indeß die Flüssigkeit sehr schmutzig geworden war, so zeigte sich doch keine Stockung des Blutlaufes der Schwimmhaut, keine Geschwürsbildung, keine Wassersucht und keine Abnahme der größten schwarzen Pigmentzellen in den drei Monaten, in denen

[1]) Axmann, a. a. O. p. 25 fgg.

ich die Thiere auf die erwähnte Art aufbewahrte und in denen ich nur etwa vier Mal frisches Wasser hinzugegossen hatte. Das gelähmte Bein war nur auffallend mager und die Haut desselben gleichsam zu weit geworden.

Gebrauchte ich große frisch eingefangene grüne Grasfrösche, so kehrte der zuletzt erwähnte Mangel der Ernährungsstörungen, die Abmagerung ausgenommen, wieder, ich mochte die hinteren oder die vorderen Nervenwurzeln durchschnitten, die Aeste des Hüftgeflechtes oberhalb der sympathischen Verbindungsfäden ausgerissen, sie unterhalb dieser getrennt oder den Hüftnerven selbst angegriffen haben. Thiere mittlerer Größe, Frösche, die schlechter ernährt sind, die einige Zeit in einem dunkeln künstlichen Teiche zugebracht oder lange gehungert hatten, führen dagegen leichter zu jenen auffallenden Krankheiten des gelähmten Beines. Man sieht hier oft, daß sich die beträchtlichste wassersüchtige Anschwellung schon nach einem oder nach wenigen Tagen einfindet, so wie man die Thiere im Wasser aufbewahrt. Geschwürsbildungen treten dann eben so häufig hervor. Es hängt mit einem Worte von dem früheren Ernährungszustande des Frosches ab, welche Wirkungen nachfolgen. Gelingt es, ihn länger am Leben zu erhalten, so tritt die Abmagerung als beständiges Merkmal hervor. Alles Uebrige unterliegt dagegen den mannigfachsten Wechselverhältnissen.

Bedenken wir, daß hier die verschiedensten Schwankungen möglich sind, daß die Eiterbildung und die brandige Zerstörung in den kaltblütigen Geschöpfen unbestimmter ausfallen, so muß man zugeben, daß die größten Täuschungen in Fröschen möglich sind, wenn man nicht alle Nebenverhältnisse scharf im Auge behält. Was die Pigmentzellen betrifft, so bemerkt man schon häufig, daß sich gesunde grüne Frösche, die man Monate lang im Dunkeln aufbewahrt und hungern läßt, schmutzig braun färben. Es ist mir dagegen nicht vorgekommen, daß sich diese Veränderung nur an dem gelähmten Beine einfand. Große grüne Grasfrösche, die ich vier Monate nach den verschiedenen Verletzungen des Hüftgeflechtes der einen Seite aufbewahrte, hatten am Ende eben so große und eben so schwarze Pigmentzellen an beiden Beinen, wie im Anfange.

Hatte ich das Hüftgeflecht ober- oder unterhalb der sympathischen Verbindungsfäden durchschnitten, so klopften die hinteren Lymphherzen der großen grünen Grasfrösche Monate lang fort. Nahm ich die Thiere aus dem Wasser, so stießen sie häufig einen Flüssigkeitsstrahl zum After hervor.

Ein grüner frischer Grasfrosch, dessen Hüftgeflecht ich so tief als möglich getrennt hatte und der zwischen 48 und 66 Stunden nach dem Eingriffe gestorben war, zeigte die Eigenthümlichkeit, daß sich der Wadenmuskel des gelähmten Beines in der heftigsten Verkürzung der Todtenstarre befand und daß deshalb der Fuß nur wenig gebeugt werden konnte, während das gesunde Glied überall weich und nachgiebig erschien.

Hatte Schiff [1]) mehrere der hinteren Bauchknoten des sympathischen Nerven im Frosche ausgerottet, so fand sich später nur, daß das Bauchfell und die Gedärme mit Blut überfüllt waren und daß ergossene Flüssigkeiten die Unterleibshöhle ausdehnten. Die Thiere starben aber weit früher, als die, deren Hüftgeflecht verletzt worden. Ich entfernte die zwischen dem Darm- und dem Schwanzbeine befindliche Muskelmasse eines großen grünen frischen Grasfrosches, der seit neun Monaten in einem künstlichen dunkeln Teiche ohne besondere Nahrung aufbewahrt worden war, suchte die Stämme des Hüftgeflechtes auf, ging dann an den Verbindungsfäden zu dem Grenzstrange des sympathischen Nerven hinüber und riß von diesen so viel ich konnte aus. Dieser letztere Eingriff hatte eine nicht unbedeutende Blutung zur Folge. Die unmittelbar darauf vorgenommene mikroskopische Untersuchung lehrte, daß die entfernten Nerventheile zwei größere Knoten nebst einer Reihe von Nebenzweigen enthielten. Die spätere Leichenöffnung zeigte, daß jene der Gegend der Verbindungsfäden mit dem Schenkel- und dem Hüftnerven entsprachen. Das Thier, welches in Moos aufbewahrt wurde, überlebte den Eingriff fünf Tage und zeigte bis zum vierten keine äußerlich auffallende Ernährungsstörung. Beide Füße wurden zuletzt schwach ödematös und zwar der der gesunden Seite etwas stärker, als der der kranken. Es hatte sich etwas Flüssigkeit in den unverletzten Bauchfellsack ergossen. Magen und Dünndarm waren an einzelnen Stellen geröthet

[1]) M. Schiff, De vi motoria baseos encephali inquisitiones experimentales. Bockenhemii 1845. 8. p. 37.

ıd von einer halbflüssigen schleimigten Masse auffallend ausgedehnt. Der Mastdarm ıgegen, der Reste eines verzehrten Käfers enthielt, und die Blase zeigten keine Spur die- r Abweichungen und enthielten keine geronnenen Blutmassen. Dagegen boten noch ızelne Stellen beider Eileiter eine auffallend rothe Färbung und zwar weit höher, als r Sympathicus ausgerissen worden, dar.

Hat man den Hüftnerven eines Kaninchens oder eines Hundes 4380
ırchschnitten, so pflegt sich das Thier in der Folge an der Sohle des ılähmten Beines aufzulaufen. Es erzeugt sich eine mit Krusten bedeckte rcoriation. Diese greift nicht selten so tief, daß selbst die Knochen zu iden anfangen und daß sich einzelne Splitter derselben losstoßen. Die ıaare reiben sich leicht ab. Sie scheinen sogar langsamer als sonst nach- ıwachsen. Es kann sich ereignen, daß die Nägel entarten, daß der un- re Theil des Gliedes abmagert oder daß sich beträchtliche Ergüsse und nschwellungen in der Umgebung des Geschwüres erzeugen. Die Excori- tionen heilen bisweilen, um später von Neuem aufzubrechen. Es kommt ıch vor, daß manche dieser krankhaften Erscheinungen mit der theilweisen Wiedererzeugung der Nervenmassen gänzlich verschwinden. Sind hierbei ızelne Nägel verloren gegangen, so scheinen sie sich nicht wieder her- ıstellen [1]).

Ein von Romberg [2]) beschriebener Fall kann beispielsweise lehren, daß auch ähn- he Verhältnisse im Menschen wiederkehren. Dieffenbach hatte ein Neurom des ıftnerven einer 50jährigen Frau ausgeschnitten. Die Verletzung lähmte die Muskeln es Unterschenkels und des Fußes. Das Bein selbst konnte aber noch mittelst der ge- ınd gebliebenen Oberschenkelmuskeln bewegt werden. Es bildete sich bald darauf eine rulceration an der Ferse. Das blasse, nicht sehr entzündete Geschwür bedeckte sich ıit Schorfen und sonderte eine dünne Jauche ab. Die Nägel blätterten sich später los. ie Kranke hatte drei Jahre lang keine Stütze zum Gehen nothwendig. Der Fuß rbog sich aber nach und nach klumpfußartig, eine Erscheinung, die man auch biswei- n an Säugethieren unter den gleichen Verhältnissen beobachtet hat. Die Sohle sah ach innen, der Innenrand nach oben und die Frau trat nur mit dem Außenrande auf. s erzeugte sich aber an diesem ein neues Geschwür, aus dem bisweilen Knochensplitter rvortraten. Das frühere an der Ferse hatte sich ebenfalls erhalten. Die Haut des ußrückens erschien dunkelroth und glänzend. Die Oberhaut desselben und die eines heiles des Unterschenkels bildeten viele große Borken und lösten sich in großen Schup- en ab.

Glieder, die in Folge allgemeinerer Leiden, durch Krankheiten des Gehirns oder ückenmarkes gelähmt worden, liefern bisweilen mehr oder minder verwandte Ernäh- ngsstörungen. Man stößt aber hier auf vielfache Schwankungen, deren Ursachen sich ch unseren gegenwärtigen Kenntnissen noch nicht angeben lassen.

Die gelähmten Hautstellen erscheinen in der Regel blaß und welk. Sie widerstehen n äußeren Einwirkungen in geringerem Grade, als gesunde Theile. Eine mäßige ärme, die sonst keine bleibenden Störungen zu veranlassen pflegt, führt hier leicht zur laſenbildung und die Winterkälte zu blauen Färbungen der Haut oder zu Frostbeulen. elbst halbgelähmte oder nicht vollkommen empfindliche Hautflächen bieten oft ähnliche chwächen dar. Eine durch die Rhinoplastik neu angesetzte Nase, die ihre vollständige ervenverbindung noch nicht gewonnen hat, bekommt leicht Wasserblasen. Sie wird ıufig in der Kälte durch Brand zerstört. Ruhen Kranke anhaltend auf gelähmten autstellen, so röthen sich diese und bilden später Geschwüre, die leicht in Brand über-

[1]) Vergl. z. B. C. O. Steinrück, De nervorum regeneratione. Berolini 1838. 4. pag. 39 fgg.

[2]) M. H. Romberg, Lehrbuch der Nervenkrankheiten der Menschen. Bd. I. Berlin 1840. 8. S. 210.

geben oder sich mit brandigen Krusten bedecken. Diese Erscheinungen treten am Grösten und an der Ferse aus leicht begreiflichen Gründen am Ebesten auf. Die ähnlichen Veränderungen, die wir so häufig in Nervenfiebern, in Faulfiebern, in Wassersuchten, bei alten Leuten, die wegen eines Knochenbruches oder anderer Gründe halber lange liegen müssen, antreffen, rühren wahrscheinlich von verwandten Ursachen her.

Die Oberhaut schuppt sich oft in reichlicherem Maaße von den gelähmten Gliedern, deren Haut dunkel gefärbt oder geschwürig ist, los. Man findet anderseits häufig, daß die Oberfläche der unthätigen Gliedmaßen von Personen, die lange hemiplegisch gewesen, sehr glatt erscheint, daß es das Ansehen gewinnt, als ob sie eine sehr feine Haut besäßen und ihre äußersten Oberhautschichten inniger, als sonst zusammenhingen.

Es kommt vor, daß einzelne gelähmte Gliedmaßen ihre Form und ihre Rundung beibehalten. Andere dagegen verkrümmen sich theilweise. Die Hand eines Hemiplegischen kann z. B. in den Fingern und dem Handgelenke auffallend verbogen sein, während das Ellenbogengelenk eine solche Abweichung nicht darbietet. Glieder, die seit langer Zeit und vorzüglich in jüngeren Jahren gelähmt und daher nicht gebraucht worden sind, erscheinen schlaff, welk und abgemagert. Ihre Muskelfasern werden blaß und mürbe. Reichliche Fettmassen können sich zwischen deren einzelne Bündel eindrängen. Man findet sogar bisweilen, daß die blassen und vereinzelten Muskelfasern von den üppigen Fettmassen verdeckt und erst unter dem Mikroskope erkannt werden.

Die Falle, in denen ein oder beide Beine in zartem Kindesalter gelähmt worden, zeigen in der Regel im Erwachsenen eine ziemlich beständige Reihe von Ernährungsstörungen. Das Glied, das schon seit Jahren völlig unbrauchbar gewesen, ist auffallend abgemagert und bisweilen verkürzt. Seine Knochengebilde haben sich weniger entwickelt. Die Hinterbacke ist abgeflacht, die Haut blaß, grau, an einzelnen Stellen bläulich gefärbt. Das Bein hängt schlaff herab, so daß es bei dem Gehen, das nur mit Hülfe von Krücken möglich ist, wie ein todter Körper nachfolgt oder wie ein Pendel hin- und herschwingt. Der in seinen Gelenken nachgebende Fuß schlottert und fällt mehr gegen den Boden, als daß er auf diesen wahrhaft aufgesetzt wird. Die Bänder des Kniegelenkes sind in dem Grade erschlafft, daß das Knie bei dem Versuche, einen Theil der Körperlast auf dem kranken Gliede zu stützen, nach hinten zu einknickt. Die Bänder des Hüftgelenkes geben bisweilen so sehr nach, daß der Kranke sein gelähmtes Bein über die Schulter schlagen kann. Die freien schlotternden Theile nehmen dann die Lage, welche ihnen die Schwere gebietet, an. Die leichenblasse Haut des Fußes fühlt sich an einzelnen Stellen sehr fein an. Sie bedeckt sich an anderen mit Blutaderknoten, Geschwüren, Borken oder Frostbeulen, zeigt oft Narben als Ueberreste solcher Störungen und erscheint an einzelnen Orten blaugrau, blauroth oder dunkelblau. Der Fuß ist in der Regel verhältnißmäßig lang und schmal, meist klump- oder plattfußartig verbogen oder sonst in hohem Grade mißgestaltet. Er hängt schief und schlotternd herab, so wie man den Unterschenkel emporhebt. Die Fußsohle ist tief ausgehöhlt. Die Zehen bleiben häufig gebogen. Auch der Oberschenkel wird bisweilen in schwach gebeugter Lage erhalten. Breuning [1]) bemerkte noch, daß die Beuger des Kniegelenkes (Biceps, Semimembranosus, Semitendinosus) und bisweilen auch der Schenkelspanner (Tensor fasciae latae) eine geringe anhaltende Verkürzung darbieten.

Wir haben schon Bd. I. S. 147 und 148 eine Reihe von Fällen, in denen die Eigenwärme gesunder und gelähmter Glieder vergleichungsweise bestimmt wurden, kennen gelernt. Die von Breschet und Becquerel angestellten thermomagnetischen Beobachtungen (Bd. I. §. 270) führten in dieser Hinsicht zu keinen wesentlichen Unterschieden. Urtheilt man nach den Eindrücken des Tastsinnes, so fühlen sich manche gelähmte Theile kühler, als die gesunden an. Die thermometrische Prüfung bestätigt auch bisweilen dieses Ergebniß. (Vgl. z. B. die Erfahrungen von Carle Bd. I. S. 147. 148.) Romberg fand aber auch an der S. 435 erwähnten Frau, daß der äußere Knöchel und die Zehen des gelähmten Beines wärmer, als die des gesunden waren. Etwas Aehnliches wiederholte sich in einem von Griesinger beobachteten Falle allgemeinerer Hautlähmung, zu der sich rothe Striemen und ein brandiger Ausschlag an den wunden Orten

[1]) G. v Breuning, Wiederbelebung gelähmter Glieder durch den Sehnenschnitt. Wien 1844. 8. S. 5.

hinzugesellt hatte. Die unempfindliche Gesichtshälfte eines Mädchens zeigte nach Meyer[1]) 1°,25 bis 1°,9 C. mehr Wärme, als die gesunde.

Die Versuche, welche man über die Verhältnisse der Entzündung und deren Folgen angestellt hat, führten ebenfalls zu schwankenden Ergebnissen. Die meisten Beobachtungen der Art wurden an Fröschen, Kaninchen und Hunden gemacht. Man fand bald gar keine Unterschiede, bald dagegen mehr oder minder bemerkliche Abweichungen. Die Entzündung und die durch sie bewirkte Wärmeerhöhung fielen in letzterem Falle schwächer, die flüssigen Ausschwitzungen dagegen stärker aus. Die Heilung der Wunden ging dann häufig langsamer vor sich. Beinbrüche vereinigten sich bisweilen unvollkommener[2]).

4381 Gehen wir zu den Hirnnerven über, so ziehen nur die Verletzungen des dreigetheilten Nerven und des herumschweifenden Nerven Ernährungsstörungen, die mit durchgreifenden Ausschwitzungen verbunden sind, nach sich. Die Verletzung der übrigen Hirnnerven dagegen führt zu gar keinen oder zu minder stürmischen Veränderungen, die sogar häufig von der Zufälligkeit der Nebenverhältnisse vorzugsweise abhängen.

4382 Hat man die Geruchsnerven von Kaninchen durchschnitten, so bemerkt man, wenigstens äußerlich, keine Trübung der Ernährungserscheinungen. Das Gleiche kann sich in Menschen, welche den Geruch, nicht aber die Tastempfänglichkeit der Nase verloren haben, wiederholen.

4383 Wurde der Sehnerv im Kaninchen verletzt, so kann das Auge hell und durchsichtig bleiben. Es ereignet sich aber auch bisweilen, daß sich die Hornhaut trübt, daß Ausschwitzungen von der Regenbogenhaut nach der Linse hinübergehen und daß diese selbst ihr Gefüge verändert. Die gleichzeitige Zerreißung der Augengefäße kann diese Erscheinungen veranlassen. Es kommt in Amaurotischen häufig vor, daß sich die Hornhaut und die Linse verdunkeln, daß das Pigment des Auges sich vermindert oder seine Färbungen wechselt, daß sich die Gefäße der Bindehaut erweitern und daß sich Ausschwitzungen in den inneren Theilen der Gesichtswerkzeuge absetzen. Entzündliche Leiden der erblindeten Augen führen häufig zu diesen nachträglichen Störungen.

4384 Es ist bis jetzt noch nicht dargethan worden, daß die Unthätigkeit des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven, des Rollmuskelnerven und des Augenmuskelnerven die Ernährungsverhältnisse wesentlich beeinträchtigt. Die Krankheitslehre konnte nicht mit Sicherheit nachweisen, daß jene Leiden die Beschaffenhaut der Innentheile des Augapfels wesentlich verändern. Hat man auch hin und wieder zu finden geglaubt, daß die entsprechenden Muskeln abgemagert waren, so ließe sich dieses aus ihrer anhaltenden Unthätigkeit erklären.

4385 Thiere, in denen der eine Antlitznerv und zwar diesseit des Griffelloches durchschnitten worden, zeigen keine unmittelbaren Abweichungen der Ernährungsthätigkeiten. Leidet ein Mensch an halbseitiger Gesichtslähmung, so erscheint die Gesichtshaut blaß und schlaff. Dauert das Uebel längere Zeit, so kann auch die entsprechende Hälfte des Antlitzes abma-

[1]) F. de Meyer, a. a. O. p. 22. 23 u. 29.

[2]) Vergl. z. B. R. Röchling, De vi, quam nervi exercent in inflammationem ejusque exitus. Bernae 1834. 8. p. 9 fgg. H. Nasse, in dessen und Fr. Nasse Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. Heft I. Bonn 1835. 8. S. 93 fgg.

gern. Geschwüre kommen nicht zum Vorschein. bisweilen, daß sich die Bindehaut des Auges ent die Hornhaut trübt. Da aber die Augenlider nic werden können (S. 387) und die Oberfläche des Au den Schutzes entbehrt, so lassen sich diese Erschein Ursachen erklären. Einzelne Forscher glauben au der Speichel in geringerem Maaße abgesondert u vortritt.

4386 Die Erfahrungen, welche über die Lähmung de können nicht mit Bestimmtheit entscheiden, ob die heit in allen Fällen mit Ernährungsstörungen ver lichkeitsgründe sprechen eher gegen die allgemei inneren Zusammenhanges jener Erscheinungen. S nerv eines Hundes oder einer Katze durchschnitte in der Folge Runzeln an der Zungenoberfläche, hen, erzeugen [1]). Man darf mit Recht vermuthen, sche Verhältnisse der Zungenmusculatur zum Grun bemerkte in einer jungen Katze, daß sich die O Wochen später in großen Lappen loslöste und da empfindung an Kraft verloren hatte.

4387 Hat man den fünften Hirnnerven mit Seite durchschnitten, so tritt eine Reihe der hefti gen im Auge, wie Magendie zuerst nachwies, die Operation an jungen Albinokaninchen, so ber daß sich nicht bloß das Sehloch bedeutend verklei zahlreiche mit Blut überfüllte Gefäßstämme in der genhaut zum Vorschein kamen. Der Augapfel tr hervor, Die Hornhaut war 24 Stunden später mit einem nebeligen Ueberzuge bekleidet. Eine A schon 1½ Tag nach dem Eingriffe. Ihre Mitte Verletzung milchig getrübt, und ihre übrige Ma Die Gefäße der Regenbogenhaut und der Bindeh liche Anfüllung mit Blut dar. Es fand sich endlic liche Absonderung einer schleimigt eiterigen Flüs genlider verklebte, ein. Krusten hafteten überdie genlide. Oeffnete man später die Augenlidspalte, Menge der eiterigen Masse hervor. Die Füllu hatte gleichzeitig zugenommen. Die Trübung der dem Rande schwächer geblieben war, hinderte die der Regenbogenhaut. Man konnte jedoch noch wa loch auffallend verkleinert war, die vorgezogene stark geröthet. Die eitrige Absonderung, nicht al der Bindehaut waren am 6. Tage geschwunden.

---

[1]) Steinrück, a. a. O. p. 37. Bidder, in Müller's
[2]) Stannius in Müller's Archiv 1848. S. 135.

ges Geschwür hatte sich an der am Meisten hervorragenden Mittelstelle der Hornhaut erzeugt. Weiße Ausschwitzungsmassen füllten die vordere Augenkammer in dem Grade an, daß man das Sehloch selbst nicht mehr unterscheiden konnte. Diese nahmen in der Folge zu, während eine Borke das Hornhautgeschwür bedeckte. Die vermehrte Absonderung hatte sich am achten bis neunten Tage gänzlich verloren. Allein die Trübung der Hornhaut und die Ausschwitzungen der vorderen Augenkammer machten das Sehen unmöglich. Die anatomische Untersuchung wies nach, daß nur die oben genannten Gebilde, nicht aber die tieferen Theile des Auges, wie die Linse, der Glaskörper und die Netzhaut gelitten hatten.

Es kann die Zerstörung, vorzüglich in Hunden, so weit fortschreiten, daß das Geschwür die ganze Dicke der Hornhaut durchdringt oder ein vollständiges Eiterauge zu Stande kommt. Der Augapfel berstet dann nicht selten, entleert seinen Inhalt und verwandelt sich in einen unförmlichen Stumpf, der nach und nach verheilt. Die Absonderung der Bindehautoberfläche kehrt später ebenfalls allmählig zu ihren früheren Verhältnissen zurück.

Magendie und Longet[1]) haben die Behauptung aufgestellt, daß diese durchgreifenden Ernährungsstörungen nur dann auftreten, wenn man den dreigetheilten Nerven in dem Bereiche des Gasser'schen Knotens getrennt hat. Schneidet man ihn dagegen hinter diesem Ganglion und unmittelbar an seinem Austritte aus dem Gehirn durch, so kann man die Veränderungen, welche die Ernährungsverhältnisse des Auges erleiden, kaum bemerken. Schiff[2]) fand dagegen, daß sich beide Fälle nur in der Geschwindigkeit, mit der sich die Krankheitserscheinungen entwickeln, unterscheiden. Man erhält aber immer die erwähnten Trübungen der Hornhaut. Ich muß die Richtigkeit des Ausspruches jener französischen Forscher bezweifeln. Der Ort, an welchem der dreigetheilte Nerv nach dem von mir geübten Verfahren in jungen Kaninchen durchschnitten wird, (§. 4286.), liegt gewöhnlich in dem noch völlig weißen Theile des Trigeminus. Ich habe dessenungeachtet die Ernährungsstörungen in früheren Beobachtungen mit der größten Heftigkeit eintreten sehen. Ich wiederholte den Versuch noch in der neuesten Zeit an einem jungen Albinokaninchen, das jedoch den Eingriff nur eine halbe Stunde überlebte. Die Leichenöffnung wies nach, daß der Hintertheil des großen Gehirns gleichzeitig verletzt und daß dort ein Blutextravasat entstanden war. Dieses erklärte auch die unwillkührlichen wagerechten Drehbewegungen, in welche das Thier ungefähr in der letzten Viertelstunde seines Lebens verfallen war. Der Bluterguß umfaßte nicht den dreigetheilten Nerven. Dieser war in seiner weißen Masse theilweise getrennt, so daß eine sehr schmale innere und eine breitere äußere Brücke unversehrt blieben. Die mikroskopische Untersuchung bestättigte, daß erst ungefähr 1½ Mm. später die Ganglienkugeln begannen. Die Gefäße der Regenbogenhaut des Auges füllten sich nichts desto weniger in hohem Grade kurze Zeit nach der Operation und die Hornhaut des kugelig hervortretenden Augapfels hatte auffallend an Glanz verloren.

Hat man die beiden ersten Aeste des dreigetheilten Nerven allein durchschnitten, so bildet sich die heftige und zerstörende Absonderung der Bindehaut ebenfalls aus[3]). Entfernt man dagegen die Augendeckel und die Thränendrüse, so fehlen jene eigenthümlichen Veränderungen[4]) zum Beweise, daß sie weder von einem Mangel des nöthigen Schutzes des Auges, noch von einer Hemmung der Absonderung der Thränendrüse herrühren.

Man hat auch am Menschen beobachtet, daß die Lähmung des dreigetheilten Nerven

---

[1]) Longet, a. a. O. Tome II. pag. 162.
[2]) Schiff, a. a. O. p. 38.
[3]) F. Magendie, Vorlesungen über das Nervensystem und seine Krankheiten. Uebersetzt von G. Krupp. Leipzig 1841. 8. S. 341.
[4]) Magendie, Ebendaselbst. S. 353.

[illegible] Zerstörung des Auges, wie in Hunden oder Kaninchen, wenn auch nicht in allen Fällen doch meistens nichts genug nach sich zieht. Diese Thatsache wurde sogar dann, wo man sich den Gegenstand in den an Säugethieren gemachten Versuchen gerade nicht zu wünschen pflegt. Es kann auch hier der Wechselfall wiederkehren, daß nur die Iritis die Hornhaut, die in den Augenkammern befindlichen Ausschwitzungen und die Verwachsung der Pupille zur Blindheit führen oder daß das Auge ausläuft und sich in eine [illegible] Narbe verwandelt. Die der Zerstörung des Auges vorangehenden Erscheinungen stehen in keinem Grade an die der ägyptischen oder der syphilitischen Augenentzündung der Neugeborenen, deren Ausgänge so furchtbar sind, [illegible] furchtbar werden können.

Eine [illegible] Lähmung des dreigetheilten Nerven führt zu minder stürmischen Erscheinungen, [illegible] die Hornhaut. Es ist im Menschen vorgekommen, daß sich nur der Epithelialüberzug der Hornhaut trübte, daß er grau und halbdurchsichtig wurde und daß dann die Kranken die Gegenstände wie in Rauch oder Nebel eingehüllt erblickten. Der Epithelialüberzug ist wahrscheinlich an der Oberfläche der Hornhaut geschwunden. Die Menschen klagen in solchen Fällen, wie sich hier ergeben, abreißen, ohne daß der geringste Schmerz, die Thränen [illegible]. Man weiß aber noch nicht, welche Bündel des dreigetheilten Nerven [illegible] verletzt waren.

438 Die Lähmung des dreigetheilten Nerven stört auch die Ernährungsverhältnisse in vielen anderen Theilen des Kopfes. Man begegnet jedoch in dieser Hinsicht keinen so durchgreifenden und beständigen Veränderungen als am Auge. Die Gegenden der Lippen und der Nase, welche die Kaninchen bei dem Fressen gegen harte Körper anzudrücken pflegen, werden meist [illegible] geschwollen und mit dicken Krusten überzogen. Es ereignet sich ebenfalls, daß sich die Schleimhaut der Nase auflockert, daß sie ihr Flimmerepithelium stellenweise leicht ausstößt, daß eine schleimig eiterige Flüssigkeit aus Nasenlöcher herausläuft. Menschen leiden oft an Nasenbluten. Die Tasthaare von Kaninchen, die Gesichtshaare von Hunden und Menschen fallen aber aus. Das Zahnfleisch lockert sich nicht selten auf und blutet bei den geringsten Veranlassungen. Die Zunge erscheint bisweilen mißfarbig, [illegible] und trocken und schilfert ihr Epithelium stärker ab. Da sie wegen Unempfindlichkeit wegen bei dem Kauen öfter verletzt wird, so bilden sich nicht selten unreine Geschwüre, die langsam oder unvollkommen [illegible].

Man [illegible] daß sich die entsprechende Gesichtshälfte von Fröschen, deren Gehirn [illegible] Stunden lang [illegible] bis vier Wochen lostöst und in [illegible] abgeht. Ich habe keine so auffallenden Ergebnisse erhalten. Ich hatte [illegible] das Gehirn eines durch eingeathmeten großen grauen Grasfrosches getödtet und war in die Gehirnhöhle des Schädels in der Gegend des Austrittes des dreigetheilten Nerven [illegible] eingedrungen, so daß ich diesen durchriß. Das Thier wurde [illegible] Minuten in einen Napf aufbewahrt. Es wurde sich mit auffallender Lebhaftigkeit, so wie man es anrührte [illegible] daß das linke Auge unaufhörlich in der Augenhöhle zurückgezogen wurde und das rechte sich hervorstreckte und zum Sehen benutzt wurde. Das linke [illegible] man dann immer auf dem Augapfel sitzen, so daß ich es, wenn ich das Auge nicht betrachten wollte, sorgsam [illegible] mußte. Dieses hat übrigens keine auffallenden Erscheinungsformen dar. Das eine [illegible] und zwar längsdrunde Gehör hatte seine [illegible] die Trübung seines Glases. Wäre das Thier schreien, oder [illegible] [illegible] so würde sich eine große [illegible] zwischen den hinteren Abtheilungen der oberen und der unteren Kinnlade der linken, nicht aber der rechten Seite. Eine [illegible] in der hinteren Hälfte der Mundspalte der linken Seite erhielt sich bis zum Tode des Frosches.

[illegible] Magendie, a. a. O. S. 255.

Wir haben schon §. 4354 gesehen, daß die am Halse vorgenommene 4389
urchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven die Ath-
ung und die hiermit verbundene Umwandlung des dunkelrothen in hell-
thes Blut beeinträchtigt. Es verbindet sich hiermit eine Reihe von
nährungsstörungen der Luftröhre und der Lungen, die in Hunden deut-
ber, als in Kaninchen ausgesprochen zu sein pflegen. Jene können auch
n Eingriff 5 bis 6 Tage überleben, während diese in der Regel schon
den ersten 24 bis 36 Stunden zu Grunde gehen.

Beide Thiere stimmen darin überein, daß man eine schleimigte, mit 4390
ftblasen und nicht selten mit Blut oder Ausschwitzungsmassen vermischte
üssigkeit, in den Luftwegen antrifft. Sie kann noch überdies in Kanin-
n Reste der verzehrten Pflanzenspeisen, Haare, andere Bruchstücke der in die
undhöhle eingeführten Nahrungsmittel und Plattenepithelien enthalten. Die
chleimhäute der Luftröhre und der Luftröhren-Verzweigungen führen meist
zelne, mit Blut stark angefüllte, gerade oder geschlängelte und nicht selten
einzelnen Stellen ausgedehnte Gefäße, welche eine stärkere Röthung
s Ganzen oder zerstreuter Bezirke veranlassen. Es können selbst kleine
lutextravasate an manchen Punkten vorkommen. Man vermißt auch
ist das Flimmerepithelium, so wie jene regelwidrigen Absonderungen
fer durchgegriffen haben. Geronnene Blutmassen oder gelblichrothe Fa-
stoffpfröpfe füllen nicht selten das rechte Herz und die Lungenschlag-
ern, so daß diese künstlich einzutreibende Flüssigkeiten nicht durch-
sen.

Die Lungen der Hunde, welche die Operation einige Tage überlebt 4391
ben, sind ödematös. Viele ihrer Lufträume enthalten ebenfalls eine
aumigte Flüssigkeit, so daß das Gefüge weich und nachgiebiger wird.
ne stärkere Füllung der Gefäße bewirkte eine auffallende Röthung an
zelnen Stellen. Andere Stücke der Lungen sind emphysematös entartet.
an trifft an manchen Orten rothe bis blauschwarze, dichtere und
t etwas eingesenkte Flecke, in denen man vereinzelte Luftbläschen an
r Oberfläche oder in der Tiefe wahrnimmt. Jene lassen sich nur mit
ühe oder gar nicht aufblasen. Sie enthalten meist weißgraue zum Theil
sammengehäufte Körperchen neben der rothen oder braunen Grundmasse,
m Blutgerinnsel und der schaumigten Flüssigkeit. Man bemerkt bisweilen
Kaninchen, die beinahe einen Tag nach der beiderseitigen Nervendurch-
neidung fortlebten, daß sich weiße zerstreute Ausschwitzungsmassen von
r Größe von Hanfkörnern in den sonst mit Blut überfüllten und öde-
atösen Lungen vorfinden[1]).

Viele Forscher haben diese Ernährungsstörungen der Athmungswerkzeuge nicht von
n unmittelbaren Folgen der Durchschneidung, sondern von den mechanischen Einflüssen,
lche die Trennung der herumschweifenden Nerven auf die Gebilde des Kehlkopfes aus-
t, hergeleitet.

Da sich die Stimmritze erwachsener Thiere, die den Eingriff einige Tage überleben,
deutend verkleinert, so sollte die Entartung der Lungen von dem hierdurch bedingten
chanischen Hindernisse der Athmung abhängen. Diese schon von älteren Forschern

[1]) Siehe über diese Erscheinungen M. Schiff, in Griesinger's Archiv für physiologische Heilkunde. 1847. S. 690 — 720. 769 — 804.

versuchte Auffassungsweise wurde in neuerer Zeit von Mendelsohn [1]) ausführlicher vertheidigt. Eine Reihe von Gründen spricht aber dagegen.

Die Lungenkrankheit bleibt nicht aus, wenn man eine Luftröhrenfistel anlegt, oder ein weit geöffnetes Rohr in die Luftröhre einbindet. Sie erzeugt sich umgekehrt nicht nothwendigerweise, wenn man die Luftröhre eines gesunden Thieres so sehr zusammenschnürt, daß nur eine beschränkte Durchgangsstelle für die Athemluft übrig bleibt oder wenn man ein Rohr mit enger Ausgangsmündung in die Trachea einfügt. Läge die Ursache der Erscheinung in jenem mechanischen Verhältnisse, so ließe sich erwarten, daß die Trennung der beiden unteren Kehlkopfnerven die gleiche Lungenentartung nach sich ziehen würde. Es dauert aber hier im günstigsten Falle längere Zeit, bis sich die Ernährungsstörung der Athmungswerkzeuge geltend macht. Diese tritt meist in Kaninchen sehr leicht, seltener oder selbst gar nicht dagegen in Hunden hervor. Sie gleicht aber auch nicht in jenen Thieren den Unregelmäßigkeiten, welche die Trennung der Halsstämme der herumschweifenden Nerven nach sich zieht. Man stößt hier auf einfachere, später anzugebende Störungen [2]). Die Zeit, zu welcher sie eintreten, wechselt in hohem Grade. Eben so kann auch die Ausdehnung, in der die einzelnen Abtheilungen ergriffen sind, in bedeutendem Maaße schwanken. Mit einem Worte, die Verletzung der beiden Halsstämme und die der unteren Kehlkopfzweige führen zu sichtlicheren Unterschieden in den Ernährungsverhältnissen der Lungen, als in den Gestaltbeziehungen der Stimmritze.

Traube [3]) bemühte sich, die Störungen aus chemischen Einwirkungen zu erklären. Wir haben §. 4390 gesehen, daß man Futterreste und andere Inhaltsgebilde der Mundhöhle in den Bronchialverzweigungen von Kaninchen, deren herumschweifende Nerven durchschnitten worden, antrifft. Diese fremden Körper erregen nach Traube eine Lungenentzündung, welche endlich die bei der Leichenöffnung bemerkbaren Entartungen nach sich zieht. Führt man ein gedecktes Röhrchen in die tiefer durchschnittene Luftröhre ein und hindert auf diese Weise den zufälligen Eintritt der Mundflüssigkeiten, kann man den gleichen Zweck durch eine passende Verletzung der Speiseröhre erreichen, so bleibt nach jenem Forscher die Lungenentartung aus. Sie kehrt dagegen wieder, so wie man die aus der durchschnittenen Speiseröhre abfließende Mischung in die Luftröhre einspritzt.

Schiff [4]), welcher diesen Gegenstand in einer größeren Reihe älterer und neuerer Versuche verfolgt hat, spricht sich gegen die eben erwähnten Angaben aus. Er befestigte einen Federkiel in dem unteren Abschnitte der Luftröhre der Kaninchen. Wollte er die Möglichkeit des Uebertrittes der Mundflüssigkeiten verhüten, so band er entweder den oberen Theil der Luftröhre zu oder leitete den Kiel durch ein schützendes Kartenblatt, das um den Hals des Thieres geführt wurde. Die Kaninchen gingen hierbei nach 3 bis 17 Stunden zu Grunde. Wurde der Versuch an Kaninchen, deren Lungenmagennerven unverletzt blieben, angestellt, so zeigte sich keine Blutüberfüllung in den ziegelfarbenen Lungen. Man bemerkte keine Unwegsamkeit und keine schaumigte Flüssigkeit in ihren Bronchialverzweigungen. Waren dagegen die herumschweifenden Nerven getrennt worden, so kehrten die früher erwähnten Ernährungsstörungen der Lungen mit Ausnahme der weißgrauen körnigten Ablagerung und der rothen Umgebungen derselben wieder. Diese treten nach Schiff nach der Durchschneidung der unteren Kehlkopfzweige ausschließlich hervor, während die der Halsstämme der Lungenmagennerven und die gleichzeitige Abhaltung der Mundflüssigkeiten nur die blutige Anschoppung zu Stande kommen läßt [5]).

Versuche, die Schiff an Meerschweinchen und Hunden machte, bestättigten ihm ebenfalls, daß die von Traube angegebenen Vorsichtsmaaßregeln zur Verhütung der Lungenentzündung nicht hinreichen. Man pflegt hier nicht zu bemerken, daß Flüssigkeiten der Mundhöhle und Speisereste in die Athmungswege eindringen.

Hat man nur einen herumschweifenden Nerven verletzt, so können die Lungen der

---

[1]) Mendelsohn, in Roser u. Wunderlich's Archiv. Bd. IV. Stuttgart 1845. 8. S. 264 — 78. und Der Mechanismus der Respiration und Circulation. Berlin 1845. 8.

[2]) Schiff, a. a. O. S. 708.

[3]) Traube, Beiträge zur experimentellen Physiologie und Pathologie. Heft I. Berlin 1845. 8. S. 65 — 200.

[4]) Schiff, a. a. O. S. 210 fgg.

[5]) Schiff, a. a. O. S. 217.

hiere, die den Eingriff längere Zeit überleben, gesund oder krankhaft verändert sein. Schiff sah häufig Stockungen von geringerer Ausdehnung in beiden Lungen. Er erklärt ese Thatsache daraus, daß ein Theil der Fasern des rechten Lungenmagennerven zur nken Lunge und umgekehrt hinübergeht. Jede der beiden Lungen wird dann theilweise lähmt. Die Verschiedenheiten aber, welche die mikroskopischen Nervenknoten in den Lun- n der einzelnen Geschöpfe darbieten, bedingen nach Schiff die mannigfachen Wechsel- rhältnisse, welche hier vorkommen.

Traube[1]) hat seine Ansicht durch neuere Versuche, welche seine ersten Beobachtun- n bestättigten, abermals vertheidigt. Wurden die herumschweifenden Nerven der Ka- inchen durchschnitten und der Eintritt der Mundflüssigkeiten in die Luftwege verhütet, so ieb die Lungenentzündung aus, wenn selbst die Thiere später, als da, wo jene Vorsichts- aßregeln wegblieben, zu Grunde gingen. Die Stimmritze von Hunden, deren Vagi trennt worden, schließt sich nicht mehr wasserdicht bei dem Niederschlucken. Die Lun- nentzündung kann daher auch hier von denselben Ursachen hergeleitet werden. Fortge- hte Untersuchungen, die Schiff anstellte, haben ihn dagegen in seiner eben erwähnten heorie, daß die Entartung von der unmittelbaren Lähmung der Nerven abhängt, nur be- irkt. Er erhielt Kaninchen, in deren Luftröhre er das Schutzröhrchen eingefügt hatte,) Stunden am Leben, ohne daß eine Lungenkrankheit zu Stande kam. Hatte er die agi in anderen gleichzeitig durchschnitten, so trat sie schon nach 16 Stunden ein, wenn lbst die Mundflüssigkeiten von den Athmungswerkzeugen abgehalten worden waren.

Der Schlund, die Speiseröhre und der Magen von Thieren, deren herumschweifende erven gelähmt worden, bieten keine so auffallenden Ernährungsstörungen, als die Lun- n dar. Das Epithelium der Magenschleimhaut scheint sich bisweilen in Kaninchen ichter loszustoßen. Die beträchtlichere Füllung der Gefäße, die man an einzelnen tellen vorfindet, bildet hier nur zweideutige Merkmale.

Wir haben schon §. 4372 fgg. gesehen, daß sich die Bindehaut von Hun- 4392
n, in denen der oberste Halsknoten des sympathischen Nerven ausge- ottet worden, zu entzünden pflegt. Obgleich eine schwache Hornhauttrü- ung in einzelnen unglücklicheren Fällen zurückbleiben kann, so erreicht doch ie Ernährungsstörung nie den Grad von Heftigkeit, den wir nach der erletzung des dreigetheilten Nerven immer wahrnehmen. Sie schwindet uch mit der Zeit gänzlich, während der geringe Umfang des Sehloches, lange sich der Nerv nicht wiedererzeugt, verharrt. Sie fehlte überdies in llen Kaninchen, in denen ich den obersten Halsknoten ausgerottet oder ie von ihm emporsteigenden weichen Nerven unterbunden oder durchschnit- n hatte[2]).

Hatten Bernard und Schiff[3]) die beiden obersten Brustknoten 4393
es Grenzstranges des sympathischen Nerven in Hunden oder aninchen ausgerottet, so starben die Thiere spätestens nach 36 Stunden. hr Herz schlug in der Zwischenzeit mit größerer Lebhaftigkeit. Man fand i der Leiche, daß die Blutgefäße des Herzbeutels, der in Kaninchen gar icht, in Hunden dagegen in einer nur kleinen Ausdehnung bei der Ope- ation berührt worden, übermäßig gefüllt erschienen. Eine theils flüssige, heils feste, eiweißhaltige Ausschwitzung umgab das Herz, das bisweilen este, an einzelnen Stellen vorkommende Verbindungsmassen mit dem erzbeutel vereinigten.

Wurden die Nierennerven durchschnitten oder auf dem Wege der 4394

[1]) Traube, in Griesinger's Archiv. Bd. VII. Stuttgart 1848. 8. S. 454 — 71.
[2]) De functionibus nervorum p. 158. Nota 2. Vergl. auch Stilling, a. a. O. S. 139. und Schiff, a. a. O. p. 38.
[3]) M. Schiff, De vi motoria baseos encephali. p. 37.

Unterbindung ertödtet, so bemerkt man eine Reihe wechselnder Folgeerscheinungen. Es läßt sich überdies hierbei kaum bestimmen, welche von ihnen von der unvermeidlichen Eröffnung der Unterleibshöhle, der nachfolgenden Entzündung des Bauchfells und der Baucheingeweide, vorzüglich der Nieren und der Störung der Harnausfuhr und welche von der bloßen Nervenverletzung herrühren. Es fließt der Harn im Anfange mit Blut vermischt ab, der austretende Urin kann hierauf seine gewöhnliche gelbe Farbe eine Zeit lang darbieten und in der Folge von Neuem roth werden. Es ereignet sich oft, daß früher oder später gar kein Urin mehr hervortritt. Man findet in der Leiche, daß die Nerven bald nur an einzelnen Stellen, bald dagegen in ausgedehnteren Flächen dunkelgeröthet erscheinen. Ihr Gewebe bewahrt in einzelnen Fällen seine frühere Festigkeit, während es in anderen aufgelockert und erweicht ist. Die reichlichere Flüssigkeitsmenge kann die Masse selbst zerstören und eine raschere Fäulniß unter günstigen Verhältnissen herbeiführen.

Brachet [illegible] unterband die Nierenschlagader eines Hundes an zwei entfernten Stellen, schlitzte sie in dem Zwischenraume auf, führte eine Röhre in die Oeffnung ein, befestigte jene an beiden Seiten und schnitt dann die Schlagader vollends durch. Er öffnete hierauf die beiden ursprünglichen Unterbindungen, damit der Kreislauf der Nieren mit Hilfe des eingefügten Rohres vor sich gehen könne. War nun der Harnleiter der gesunden Seite unterbunden worden, so fand sich eine mit Blut vermischte Urinmasse in der Harnblase des Thieres, das den Eingriff vier Stunden überlebt und indeß reichlich getrunken hatte. Ein zweiter Versuch führte zu demselben Ergebnisse. Krimer hatte ebenfalls schon früher den Austritt von blutigem Harn unter den gleichen Verhältnissen beobachtet.

Joh. Müller und Peipers [illegible] suchten die Nierennerven dadurch zu tödten, daß [illegible] Faden so fest als möglich um die Nierengefäße schlangen und dann die Unterbindung [illegible] um den Nierenkreislauf möglich zu machen. Sie brachten ein Rohr [illegible] Harnleiter und führten dieses zur Bauchwunde heraus, damit [illegible] Urin frei hervortreten könne. Es floß im Anfange blutiger Harn im Kaninchen und Schaafe aus. Es ereignete sich bei der letzteren Thierart, daß später gelb[illegible] Urin von Zeit zu Zeit abwechselten. Die Aussonderung stockte [illegible] Sie fehlte vollkommen in einem Hunde, der den Eingriff nur [illegible] Die Schaafe zeigten immer die Eigenthümlichkeit, daß das Gewebe der Niere erweicht war und sehr rasch in Fäulniß überging. Hatte man die Unterbindung [illegible] links dagegen entfernt, so zersetzte sich auch die rechte Niere [illegible] als die linke [illegible]

[illegible] diese Beobachtungen in Kaninchen [illegible], indem ich die Nierennerven [illegible] oder das eben erwähnte Unterbindungsverfahren an[illegible] der späteren Leichenöffnung, daß die Nierenmasse schon am fol[illegible] und mit Blut überfüllt erschien. Ihr Gewebe war zugleich [illegible] Die Harnabsonderung dauerte fort und der entleerte Urin bot [illegible] Farbe dar. Hatte ich die Nierennerven der linken Seite in einem [illegible] das Thier noch 2 [illegible] Tage fort. Der linke Harnleiter ent[illegible] der genossenen Kräutern riechenden Harn. Ich fand in [illegible] in der Unterleibshöhle und Entzündungszeichen in [illegible] der Baucheingeweide. Die linke Niere war zwar etwas weicher, [illegible] übergegangen. Ihre Masse enthielt zerstreute roth

[illegible]
[illegible] actione. Berolini 1834. 8. p. 26.
[illegible]
[illegible] 14[illegible]

blaue Flecke. Ihre Gefäße waren an vielen Punkten mit Blut reichlich angefüllt. Das Nierenbecken schloß gelben, mit keinem Blute vermischten Harn ein. Die gewundenen Harnkanälchen der gesunden Niere hatten im Allgemeinen breitere Durchmesser, als die der kranken.

Die Ergebnisse, welche Ludwig [1]) in Kaninchen erhalten hat, stimmen im Wesentlichen mit dem eben Mitgetheilten überein. Er bemerkte in einigen Fällen Blutstockungen, vorzüglich in den Malpighischen Körperchen und den äußersten Spitzen der Markmasse. Es kam in anderen vor, daß die Niere erweicht war, daß ihr Gewebe in Flocken nach der Eröffnung der gespannten Kapsel herausfiel. Die Blutgefäße und vorzüglich die Malpighischen Körperchen waren dann gänzlich verschwunden. Dieser Wechselfall zeigte sich, man mochte die Schlagader und die Blutader der Niere bleibend oder nur vorübergehend eingeschnürt haben. War nur die Arterie in einem Falle anhaltend unterbunden worden, so erschien der größte Theil der Niere blaß und blutleer. Einzelne weiche Stellen waren mit Blut überfüllt. Die Dichtigkeit des Gewebes dagegen hatte keine Veränderung erlitten. Wurde endlich der Versuch an der Nierenblutader wiederholt, so bemerkte man eine bedeutende Blutüberfüllung der Markmasse und einzelne Blutergüsse an der Oberfläche der Niere.

Hatte Günther [2]) die Ruthennerven eines feurigen Hengstes 4395
durchschnitten, so füllten sich später die Schwammgewebe des vorderen Theiles des männlichen Gliedes mit beträchtlichen Blutmengen, so daß ihr Umfang bedeutend zunahm und der Penis aus dem Schlauche vorfiel. Der herausgetretene Theil hing dabei schlaff herab. Er hatte sich nicht, wie bei der wahren Steifung, nach vorn und dem Unterleibe parallel gerichtet. Diese Ueberfüllung, welche ein Hinderniß der Rückfuhr des Blutes und die hydrostatische Senkung der Flüssigkeit zu bedingen schien, kehrte auch in dem verkümmerten männlichen Gliede eines auf die gleiche Art behandelten Wallaches wieder. Die Eichel hatte eine dunkel blaurothe Farbe in der Folge angenommen. Die Luft zur Begattung war in dem Hengste größtentheils oder gänzlich aufgehoben. Die Empfindlichkeit fehlte endlich in der Haut der Eichel und in der des Gliedes bis zu dem Ringe der inneren Schlauchfalte.

2. Rückenmark und Gehirn.

Cerebrospinalflüssigkeit. — Wir finden sie in dem Raume, 4396
der zwischen der Spinnwebenhaut und der weichen Hirn- und Rückenmarkshaut übrig bleibt, in der Vertiefung der vierten Hirnhöhle, der Sylvischen Wasserleitung, der mittleren und den beiden seitlichen Höhlungen des großen Gehirns, (dem Ventrikel der durchsichtigen Scheidewand) und, wo sie vorkommen, in den Hohlräumen des kleinen Gehirns, des Rückenmarkes und der Geruchsnerven. Diese seröse Flüssigkeit erhält die Oberflächen, die sie bespült, glatt und schlüpferig. Sie weicht während der Bewegungen des Gehirns und des Rückenmarkes in passender Weise aus, hält diese Organe in allen Fällen von den benachbarten Hartgebilden so sehr als

[1]) Ludwig, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig 1845. 8. S. 634. 35.

[2]) J. H. Fr. Günther, Untersuchungen und Erfahrungen im Gebiete der Anatomie, Physiologie und Thierarzneikunde. Erste Lieferung. Hannover 1837. 8. S. 64. 72.

möglich entfernt. Füllt die nicht von anderen Theilen eingenommenen Räume aus und verhindert die Störungen, die sonst auf dem Wege des Druckes auf die Nerven hervorgerufen würden.

4397 Oeffnet man den Lendentheil der Wirbelsäule eines möglichst frischen menschlichen Leichnames von der Rückenseite aus, ohne die häutigen Rückenmarkshäute zu verletzen und sticht diese, nachdem man sie gereinigt und den Rücken senkrecht gestellt hat, an, so dringt ein Theil der Cerebrospinalflüssigkeit in einem Strahle hervor. Entfernt man alsdann vorsichtig die Schädeldecken, so überzeugt man sich, daß noch eine gewisse Menge in und in dem Gehirn zurückgeblieben ist. Bemüht man sich, Alles zu sammeln, so erhält man in der Regel nach Magendie[1]) mindestens 60 Grm. Es versteht sich übrigens von selbst, daß die Flüssigkeitsmasse, welche man auf diesem Wege gewinnt, in hohem Grade wechseln kann. Aeltere Leichen pflegen weniger, als ganz frische zu geben.

Die Bestandtheile dieser Mischung stimmen im Wesentlichen mit denen der übrigen serösen Flüssigkeiten überein (Bd. I. §. 1476). Lassaigne fand in einer alten Frau 98,56 % Wasser, 0,09 %, Eiweiß, 0,47 %, Osmazom, 0,80 % Chlorverbindungen von Kali und Natron, 0,04 %, phosphorsaures, mit organischen Stoffen vermischtes Natron und 0,02 % kohlensaure und phosphorsaure Kalkerde.

Es kommt in dem Menschen und den Thieren häufig vor, daß sich die Menge der in dem Schädel und der Wirbelsäule enthaltenen Flüssigkeit krankhafter Weise vergrößert. Die Thätigkeit und selbst die Entwickelung der Nervenmassen leiden unter diesen Verhältnissen. Lähmungen, Blödsinn, Schlafsucht und Tod folgen häufig nach. Die Wasserergüsse finden sich nicht selten in dem Gehirn von geistesschwachen Menschen, von Cretins, in den Leichen von Menschen, die an Hirnentzündung, Schlagfluß, Nervenfiebern und ähnlichen Krankheiten zu Grunde gegangen sind. Es können hierbei einzelne Höhlen, vorzüglich des großen Gehirns, beträchtlich ausgedehnt, die Wandungen derselben zerstört und die Ausbildung einzelner Hervorragungen zurückgedrängt sein.

Man ist im Stande, ähnliche Erscheinungen in Thieren künstlich hervorzurufen. Spritzte Magendie eine größere Menge von Wasser, das auf 36° bis 37° C. erwärmt war, durch eine in die harte Haut gemachte Oeffnung mit Gewalt ein, so sank das Thier schlafsüchtig um [illegible]. Unregelmäßige Muskelbewegungen traten bisweilen auf. Hatte die Flüssigkeit nur 0° C., so fror und zitterte das Thier, wie in einem Anfalle von Wechselfieber. Enthielt die Mischung Morphin, Blausäure oder Kampher, so verriethen sich die giftigen Wirkungen dieser Verbindungen in kurzer Zeit [2]).

Es ereignet sich nicht selten, daß eine große Menge einer gelblichen Flüssigkeit, deren Gewicht mehr als 1½ Kilogramme zu betragen vermag, den Schädel von Neugeborenen übermäßig ausdehnt. Die Schädelknochen, die schon vorhanden sind, werden dann regelwidriger Weise auseinander getrieben. Große weichere Lücken erfüllen die Zwischenräume. Oeffnet man eine solche nachgiebigere Stelle, so kann man die gesammte Flüssigkeitsmenge nach und nach entleeren. Man findet dann, daß das Gehirn zusammengefallen und abgeplattet in der viel geräumigeren Schädelhöhle liegt. Man kann jedoch hieraus nicht mit Sicherheit schließen, daß alles Wasser zwischen dem Gehirn und den Hüllen desselben angehäuft war. Man bemerkt nämlich bei genauerer Prüfung, daß einzelne Theile der Hirnmasse verletzt sind und die Hirnhöhlen weite Säcke darstellen. Es können es daher künstliche Eingriffe möglich gemacht haben, daß sich alles Wasser durch jene Oeffnung der Schädeldecken entleerte.

Eine Abart des Leidens, die man mit dem Namen des gespaltenen Rückgrates be-

---

[1]) F. Magendie, Physiologische und klinische Untersuchungen über die Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit. Aus dem Französischen von G. Krupp. Leipzig 1843. 8. Seite 23 — 26.

[2]) Magendie, a. a. O. S. 44.

[3]) Magendie, a. a. O. S. 46. 47.

zeichnet, führt bisweilen nur zu vorübergehenden Störungen der Hirnthätigkeiten. Es fehlen die Dornfortsätze und ein Theil der Bogenstücke der Lenden- und der Kreuzbeinwirbel. Die Hüllen des Rückenmarkes dagegen haben sich in dem uns hier beschäftigenden Falle unversehrt erhalten. Sie ragen an der erwähnten Stelle sackförmig hervor, weil zugleich eine zu große Menge von Flüssigkeit im Innern angehäuft ist. Bleibt Alles ruhig, so leidet der Kranke an keinen Störungen der Hirnthätigkeit. Drückt man dagegen den Sack zusammen und gestatten es dann die später zu betrachtenden Nebenverhältnisse, daß ein beträchtlicher Theil des Wassers durch den in der Regel offenen Rückenmarkskanal nach den Hirnhöhlen ausweicht, so stellen sich Krämpfe oder Ohnmacht und Bewußtlosigkeit binnen Kurzem ein. Hört die künstliche Verschiebung auf, so kehren auch die früheren Verhältnisse häufig wieder.

Die Erfahrung lehrt, daß man das Wasser eines solchen Sackes durch keinen großen Einschnitt entleeren darf, weil der zu rasche Austritt der Flüssigkeit den Tod auf der Stelle nach sich ziehen kann. Allgemeine Krämpfe verkünden hierbei bisweilen die Gefahr. Macht man dagegen einen kleinen Einstich mit einer Staarnadel und läßt auf diese Art die Flüssigkeit allmählig herausrinnen, so stirbt wenigstens das kranke Kind nicht unter den Händen des Wundarztes. Diese Thatsache lehrt, daß sehr viel auf die Zeit ankommt, innerhalb welcher sich die Form der Nervengebilde ausgleicht.

Legt man den zwischen dem Hinterhaupte und dem ersten Halswirbel 4398
befindlichen Raum ohne Verletzung der harten Hirnhaut in einem gesunden Säugethiere bloß und sticht jene Membran an, so daß ein Theil der Cerebrospinalflüssigkeit in einem Strahle hervorstürzt, so bemerkt man bald darauf durchgreifende Störungen in der Haltung und den Bewegungen des Geschöpfes. Kaninchen, Meerschweinchen und Hunde pflegen ihren Kopf nach unten zu neigen. Sie verlieren das Gleichgewicht und schwanken gleich trunkenen Geschöpfen von einer Seite zur anderen. Sie bleiben oft ruhig liegen, fallen bei überstürzten Bewegungen leicht um und rollen dann bisweilen um ihre Längsachse. Es kommt in Hunden vor, daß sie im Anfange ruhig auf dem Bauche liegen, später einige schnelle Sätze machen, wieder auf den Unterleib fallen und ihre Vorderbeine unzweckmäßig bewegen[1]). Magendie[2]) sah, daß Hunde in Wuth geriethen, als wenn sie wasserscheu geworden wären. Ein Fuchs dagegen, der früher immer zu beißen suchte, beruhigte sich nach dem Abzapfen der Flüssigkeit. Katzen fallen sehr häufig nach Longet[3]), Schaafe dagegen zeigen nur eine gewisse Unsicherheit des Ganges und eine Neigung, sich nach rückwärts zu bewegen. Pferde leiden noch weniger. Sie gehen ungefähr, wie wenn sie plötzlich blind geworden wären. Vögel dagegen bieten keine auffallende Abweichungen dar[4]).

So nachdrücklich auch diese Störungen im Anfange hervortreten, so 4399
schwinden sie doch nach einigen Tagen wiederum vollständig. Die Wunde der harten Hirnhaut verklebt unterdeß. Sticht man diese in ihrer Nachbarschaft von Neuem durch, so quillt ein Strahl von Cerebrospinalflüssigkeit abermals hervor. Diese kann sich also in kurzer Zeit wiedererſetzen.

Magendie[5]) sucht die Störungen der Bewegungserscheinungen aus 4400

[1]) Longet, in den Annales medico-psychologiques. Tome VI. Paris 1845. 8. p. 159.
[2]) Magendie, a. a. O. S. 43.
[3]) Longet, a. a. O. pag. 160.
[4]) Longet, a. a. O. pag. 163.
[5]) Magendie, a. a. O. S. 43.

dem Mangel der Cerebrospinalflüssigkeit und der hierdurch bedingten Veränderung der Druckverhältnisse zu erklären. Longet[1]) dagegen bemühte sich, durch eine ausführliche Versuchsreihe nachzuweisen, daß die Entfernung jener serösen Flüssigkeit die Unregelmäßigkeit der Bewegungverhältnisse nicht unmittelbar bedingt. Sie rührt vielmehr nach seiner Annahme von dem durch die Verletzung herbeigeführten regelwidrigen Zuge her, den die Centraltheile des Nervensystems in der Gegend der Kleinhirnschenkel erleiden.

Hatte Longet die Nackenmuskeln allein in Kaninchen, Meerschweinchen, Hunden, Schafen oder Pferden durchschnitten, so bemerkte er die gleichen Erscheinungen, als wenn die Cerebrospinalflüssigkeit auf die oben geschilderte Weise abgezapft worden wäre. Die Trennung der hinteren geraden Kopfmuskeln bildete hierbei ein nothwendiges Bedingungsglied. Wurden die Muskelmassen nur an der einen Seitenhälfte des Nackens verletzt, so blieben die Störungen aus. Traten sie aber in dem zuerst genannten Falle hervor, so schwanden sie, so wie man den Kopf des Thieres mittelst eines passenden Verbandes in die gewöhnliche Lage zurückführte. Wurde dieser vor der Operation angelegt, so fehlten die sonst gewöhnlichen Folgen des Eingriffes gänzlich.

Longet suchte auch noch durch einen anderen Versuch zu zeigen, daß die Cerebrospinalflüssigkeit jene Bewegungsstörungen nicht veranlaßt. Er durchschnitt die Nackenmuskeln von Hunden, Katzen oder Kaninchen und wartete 1½ bis 2 Tage, bis alle Unregelmäßigkeiten verschwunden waren. Zapfte er die Cerebrospinalflüssigkeit jetzt ab, so bewegten sich die Thiere eben so regelmäßig, als früher. Er nimmt daher an, daß der schwere herabhängende Kopf das verlängerte Mark und die Brücke zerrt, daß er zugleich hierdurch auf die Kleinhirnschenkel wirkt und die Unsicherheit der Ortsbewegung und die bisweilen hervortretende Neigung, rückwärts zu gehen, herbeiführt. Das Gehirn gewöhne sich aber nach und nach an diesen Zug. Daher auch die Störungen einige Zeit später nicht mehr bemerkt würden.

Stellen wir auch die sichere Beurtheilung dieser Anschauungsweise der Zukunft anheim, so ist so viel gewiß, daß Bewegungsstörungen nicht nothwendig eintreten, wenn man einen Theil der Cerebrospinalflüssigkeit an anderen Orten entleert und daß sie sich umgekehrt einfinden, ohne daß jene Minderung ausgetreten ist. Hat man ein Stück des Schädels entfernt, so können sich die Thiere oft noch aufrecht erhalten. Ist umgekehrt der Lendentheil der Wirbelsäule erwachsener Hunde ohne Verletzung der harten Haut aufgebrochen worden, so bemerkt man bisweilen, daß die Thiere schon jetzt wanken. Die Unsicherheit der Stellung kann allerdings, so wie man die Hüllen des Rückenmarkes eingeschnitten hat, zunehmen. Unwillkührliche zitternde Bewegungen einzelner Muskeln und Muskelbündel der Hinterbeine gesellen sich häufig hinzu. Man ist aber nicht berechtigt, diese Erscheinungen aus dem Abflusse eines Theiles der Cerebrospinalflüssigkeit mit Sicherheit zu erklären, weil der Reiz der Luft das Rückenmark krankhafter Weise anzuregen vermag.

4401 Bewegungen des Rückenmarkes und des Gehirns. — Die noch weiche und knorpelige große Fontanelle eines zarten Kindes hebt und senkt sich abwechselnd auf eine sogleich in die Augen fallende Weise. Das Schreien, das Husten, das Niesen oder jede kraftvolle Ausathmung überhaupt verstärkt diese Ortsveränderung. Erwachsene, die ein Stück ihres Schädels durch die Trepanation, durch eine andere Verwundung oder durch Beinfraß verloren haben, können zu ähnlichen Beobachtungen Gelegenheit geben. Sind selbst die Hüllen des Gehirns unverletzt geblieben, so vermag man dennoch die Veränderung wahrzunehmen. Hervorwuchernde Schwämme der harten Hirnhaut gehen ebenfalls häufig

[1]) Longet, a. a. O. pag. 157 — 167.

auf und nieder. Legt man eine größere Strecke des Gehirns oder des Rückenmarkes eines lebenden mittelgroßen Säugethieres z. B. eines Hundes, eines Schaafes oder selbst eines Kaninchens bloß, so kann man sich von der Richtigkeit der Thatsache bald überzeugen. Ecker[1]) nahm dagegen keine Spur der Bewegung in der Taube, in Amphibien und in Fischen wahr.

Prüft man die Verhältnisse genauer, so findet man, daß man zwei 4402
Bewegungsarten unterscheiden muß. Die eine entspricht unmittelbar der Zusammenziehung und der Erweiterung der Herzkammern, die andere der Aus- und der Einathmung. Man hat daher auch eine arterielle und eine respiratorische Bewegung angenommen.

Da wenigstens die Athmungsbewegungen des Gehirns an den Fontanellen kleiner Kinder verfolgt werden können, so unterliegt es keinem Zweifel, daß sie in dem unverletzten, nicht vollkommen verknöcherten Schädel vorhanden sind. Es fragt sich aber, ob sie in Erwachsenen erst dadurch hervortreten, daß ein Theil der knöchernen Hüllen entfernt worden ist. Es ereignet sich bisweilen, daß man sie nach der Trepanation einer unpassenden Schädelstelle undeutlich oder fast gar nicht bemerkt und daß sie bestimmter auftreten, so wie man die harte Hirnhaut weiter loslöst, sie einschneidet oder den Umfang der Schädelwunde vergrößert.

Die arterielle Bewegung entspricht den Veränderungen, welche die 4403
Wechselthätigkeit der linken Herzkammer in den Körperschlagadern und den mit ihnen zusammenhängenden Gefäßen einleitet. Die Nervenmasse hebt sich während oder unmittelbar nach der Systole der Kammern, sie senkt sich während der Erschlaffung derselben. Sie nimmt wahrscheinlich in dem ersteren Falle an Umfang zu. Genauere Beobachtungen werden noch lehren müssen, in welchem Grade sich die Wellenerschütterungen des Pulses der Nervensubstanz selbst mittheilen.

Man kann diese Bewegungsart nach Ecker am Rückenmarke nur spurweise wahrnehmen. Sie tritt dagegen an dem Gehirn von Hunden, deren Schädel in gehöriger Ausdehnung geöffnet wurde, mit solcher Bestimmtheit auf, daß man selbst die Unregelmäßigkeiten des Herzschlages mittelst der entsprechenden Abweichungen der Hirnbewegung zu bestimmen im Stande ist[2]). Man sieht sie nicht in allen Säugethieren mit gleicher Deutlichkeit. Sie scheint z. B. im Kaninchen zu fehlen. Es rührt vermuthlich hiervon her, daß einzelne ältere[3]) und manche neuere Forscher[4]) den Einfluß, den das Herz auf die uns hier beschäftigenden Erscheinungen ausübt, in Abrede gestellt haben.

Man kann die arterielle Bewegung von zweierlei Ursachen herleiten. Der Umfang des Gehirns hängt in nicht unbedeutendem Grade von der Füllung der Blutgefäße, die sich in seinem Innern verbreiten, ab. Läßt man ein Thier bei geöffnetem Schädel

[1]) A. Ecker, Physiologische Untersuchungen über die Bewegungen des Gehirns und Rückenmarks, insbesondere den Einfluss der Cerebrospinalflüssigkeit auf dieselben. Stuttgart 1843. 8. S. 19. 20.

[2]) Ecker, a. a. O. S. 18.

[3]) Vergl. z. B. hierüber Haller, Elementa physiologiae. IV. p. 176. Ecker, a. a. O. Seite 12. 13.

[4]) P. Flourens, Recherches experimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertèbres. Deuxième Edition. Paris 1842. 8. pag. 345.

verbluten, so sinkt die Hirnmasse zusammen. Verkürzt sich die linke Kammer, so dehnen sich die größeren und die kleineren Schlagadern nach und nach aus. Obgleich die festen Wände des Schädels kräftigen Widerstand leisten, so muß sich dennoch jener Einfluß geltend machen können, weil einzelne Stellen der das Gehirn einschließenden Kapsel von nachgiebigeren Geweben gebildet werden, die Verbindung mit dem Kanale der Wirbelsäule offen steht und diese eine noch reichlichere Menge dehnbarer Stellen darbietet. Man kann daher voraussetzen, daß die Gesammtmasse des centralen Nervensystems einige Textien (Bd. I. §. 1051) nach der Zusammenziehung der linken Kammer aufschwellen wird.

Ein zweiter Umstand macht sich vor Allem am Gehirn geltend. Die Hirn-, die Wirbelschlagadern und die Basilarpulsader liegen an der Grundfläche unter dem Gehirn. Die Erweiterung, die Streckung und die Ortsveränderung, der sie kurz nach der Kammerzusammenziehung unterworfen werden, heben die Hirnmasse. Unterbindet man die Wirbelschlagadern und spritzt dann Wasser in die Carotiden eines mit dem Halse abgeschnittenen und senkrecht aufgehängten Menschenkopfes stoßweise ein, so kann man diese Veränderung künstlich hervorrufen [1]).

Es versteht sich von selbst, daß diese Erscheinungen von dem Widerstandsgrade, den die Umschließungswände zu leisten vermögen, abhängen müssen. Es erklärt sich hieraus, weshalb man die arterielle Bewegung, die immer der respiratorischen an Stärke nachsteht, an der großen Fontanelle des geschlossenen Schädels neugeborener Kinder undeutlich oder gar nicht wahrnimmt, weshalb sie sich dagegen an der Trepanöffnung bestimmter darstellt. Wenn sie am Rückenmarke weit geringer ausfällt, so kann dieses zunächst davon herrühren, daß sich hier die Schlagadern der günstigen Lagerungsverhältnisse, welche die Hauptstämme der Pulsadern des Gehirns darbieten, nicht erfreuen. Es wäre aber zugleich denkbar, daß sich die Schlagadern des Rückenmarkes weniger erweitern und daß der Wechsel der Blutfüllung einen geringeren Umfangsunterschied nach sich zieht.

4404 Die Bewegung, welche die tiefe Ein- und Ausathmung veranlaßt, fällt immer stärker als die arterielle Veränderung aus. Man kann sie daher auch schon in Kaninchen mit Deutlichkeit wahrnehmen. Der sichtbare Theil des Gehirns hebt sich während jeder stärkeren Ausathmung. Er sinkt bei einer lebhaften Einathmung zurück. Nimmt die Kraft der Athembewegungen zu, drückt man den Brustkasten in dem lebenden Thiere oder in der Leiche zusammen, so vergrößert sich die Hebungsweite der entblößten Hirnmasse. Macht man die harte Hirnhaut zwischen dem Hinterhaupt und dem ersten Halswirbel frei und öffnet sie dann in einem kleinen Bezirke, so kann man nicht selten bemerken, wie die Cerebrospinalflüssigkeit bei jeder kräftigen Ausathmung hervorgetrieben und bei der nachfolgenden Einathmung zurückgezogen wird. Befestigte Magendie[2]) eine mit Dinte theilweise angefüllte Röhre in einem Loche, das er in der Halsgegend der harten Haut eines Hundes angebracht hatte, so stieg und sank die Mischung mit dem Wechsel der Athembewegungen.

4405 Ein Hund, dem Ecker[3]) die beiden Carotiden und die beiden Wirbelschlagadern unterbunden hatte, zeigte keine arterielle Bewegung des Gehirns während des Todeskampfes. Das Hirn stieg aber während jeder Ausathmung empor und ging bei der tiefen Einathmung sichtlich zurück. Die Unterbindung der beiden Carotiden und einer Vertebralschlagader soll sogar nach Flourens[4]) die respiratorische Bewegung im Kaninchen verstärken.

---

[1]) C. F. Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirns. Bd. III. Leipzig 1826. 4. Seite 36. 37.

[2]) F. Magendie, Vorlesungen über das Nervensystem u. seine Krankheiten. Uebersetzt von G. Krupp. Leipzig 1841. 8. S. 77.

[3]) Ecker, a. a. O. S. 76. [4]) Flourens, a. a. O. p. 351. 365.

Die Verletzung oder die Unterbindung der Jugularvenen dagegen schwächt sie, ohne sie gänzlich aufzuheben. Hat man die Jugularvenen, die Vertebralvenen und die großen Längssinus des Rückenmarkes durchschnitten, so verliert sich die Bewegung mit Zunahme des Blutverlustes nach und nach gänzlich.

Wir haben schon Bd. I. §. 998 gesehen, daß sich die Spannung des 4406
Schlagaderblutes während einer Ausathmung stoßweise allmählig erhöht, weil eine Reihe von Herzschlägen auf den Zeitraum einer vollständigen Athembewegung kommt. Diese Erscheinung kann sich auch in den Hirnbewegungen wiederholen. Hatte Ecker[1]) ein Stück aus dem Schädel einer jungen Ziege ausgebohrt, so hob sich das Gehirn bei jeder tiefen Ausathmung stoßweise mehr und mehr, so daß 4 bis 5 kräftige Pulsationen einer Gesammterhöhung entsprachen.

Da die Ausathmung den Lauf des Schlagaderblutes begünstigt und die Entleerung der Endstücke der Venenstämme beeinträchtigt, während die Einathmung die entgegengesetzten Erfolge nach sich zieht, so folgt, daß auch die Füllung der Gefäße des Schädels und der Wirbelsäule mit den Athembewegungen wechseln können. Dieser Umstand bedingt ursprünglich die respiratorischen Veränderungen, die an dem Gehirn und dem Rückenmarke wahrgenommen werden.

Ecker[2]) bemühte sich, die Rolle, welche die Cerebrospinalflüssigkeit in dieser Hinsicht übernimmt, durch eine Anzahl lehrreicher Versuche darzulegen. Wir haben schon §. 4404 die Schwankungen, welche jene Mischung unter dem Einflusse der tieferen Athembewegungen darbietet, kennen gelernt. Hat man die häutigen und die bandartigen Gebilde, die sich zwischen dem Hinterhaupte und dem ersten Halswirbel hinziehen, in einem lebenden Kaninchen oder Hunde bloßgelegt, so kann man bisweilen bemerken, wie sie mit jeder stärkeren Ausathmung in die Höhe gehen und während des Einathmens wiederum zurücksinken. Drückt man auf jene Hauttheile, so hebt sich entblößte Hirnmasse. Entleert man die Cerebrospinalflüssigkeit so vollständig als möglich, so nehmen die respiratorischen Hirnbewegungen in hohem Grade ab. Heftet man die Wunde zu und nimmt das Kaninchen nach zwei Tagen, wenn sich die Cerebrospinalflüssigkeit wiedererzeugt hat, abermals vor, so bemerkt man auch die Athembewegungen des Gehirns von Neuem. Das Abzapfen der Flüssigkeit zieht dann noch den früher erwähnten Erfolg zum zweiten Male nach sich.

Hatte Magendie[3]) die vordere Oeffnung der Sylvischen Wasserleitung in einem Kaninchen bloßgelegt, so traten einige Flüssigkeitstropfen bei jeder tiefern Ausathmung hervor, während sie bei der Einathmung abermals zurückwichen.

Diese Thatsachen führten Ecker[4]) zu folgender theoretischen Auffassung des Gegenstandes. Die venösen Sinus der Wirbelsäule können sich ihrem Baue nach stärker, als die Blutleiter der Schädelhöhle während der Athembewegungen ausdehnen. Es wird daher dann eine gewisse Menge von Cerebrospinalflüssigkeit aus der Höhlung der Wirbelsäule herausgetrieben. Sie dringt zu einem großen Theile durch den vierten Ventrikel und die Sylvische Wasserleitung, gelangt in den mittleren und die Seitenventrikel des großen Gehirns und hebt die über ihnen liegenden Nervenmassen in die Höhe. Legt man ein Stück des Sackes, der die Cerebrospinalflüssigkeit einschließt, in der Leiche bloß, so kann man sich überzeugen, wie ein auf den Brustkorb ausgeübter Druck einen Theil jener Flüssigkeit aus dem Wirbelkanale nach dem Schädel hin emportreibt. Oeffnet man eine kleine Stelle der Spinnwebehaut, entleert die Cerebrospinalflüssigkeit so sehr als möglich und bläst Luft ein, so gehen das große und das kleine Gehirn in die Höhe. Die Einspritzung von Wasser führt zu ähnlichen Ergebnissen.

[1]) Ecker, a. a. O. S. 37.
[2]) Ecker, a. a. O. S. 87 — 97.
[3]) F. Magendie, Vorlesungen über das Nervensystem. S. 160. 61.
[4]) Ecker, a. a. O. S. 85. 86.

Nielan glaubte gefunden zu haben, daß die Oeffnung der Seitenventrikel die Hirnbewegungen aufhebt. Es ist nicht wahrscheinlich, daß sich diese Thatsache vollkommen bestätigen wird. Da sich das kleine Gehirn und das verlängerte Mark eben so sehr, als das große Gehirn in merklichem Grade heben und senken, so kann man mit Recht vermuthen, daß diese Veränderung nicht ausschließlich von der in die Hirnhöhlen eindringenden Cerebrospinalflüssigkeit herrührt. Es versteht sich aber von selbst, daß die Eröffnung der Seitenhöhlen des großen Gehirns den Abfluß begünstigen und die Schwankungen in hohem Grade verkleinern wird.

Man darf übrigens theoretisch annehmen, daß sich die Erscheinungen mit den Widerstanden, welche die Umgebungen des Gehirns zu leisten im Stande sind, ändern. Sind die Fontanellen nicht verknöchert, bietet der Kopf eines Menschen, der an angeborener Spaltung des Rückgrates (S. 446) leidet, eine nachgiebigere Wandung dar, ist der harte Schädel in einer großen Ausdehnung lückenhaft geworden, so hat auch das Gehirn einen weiteren Spielraum gewonnen. Fehlen diese Bedingungen in dem Erwachsenen, so sind die Umfangsvermehrungen, welche die tiefere Ausathmung herbeizuführen sucht, mit bedeutenden Hindernissen bloßen und wahrscheinlich größtentheils hinwegfallen [1]). Eine Modification dürfte sich hier noch eine gewisse Veränderung möglicher Weise bewirken lassen, wir in der Folge beschäftigen.

440. Das Rückenmark bietet andere Erscheinungen dar. Manche Forscher läugneten hier alle Bewegungen [2]). Ecker [3]) bemerkte dagegen, daß die Ausdehnung sehr unbedeutend ist, daß eine Anschwellung der Masse kaum wahrgenommen werden kann, daß man aber die Hebung, welche die Ausathmung und die Senkung, welche die Einathmung in dem Hunde und den Kaninchen begleiten, mit Deutlichkeit zu verfolgen vermag. Diese Erscheinung wiederholt sich längs des ganzen Rückenmarkes. Das Abzapfen der Cerebrospinalflüssigkeit beseitigt sie nicht. Man kann hieraus schließen, daß die Ausdehnung der serösen Sinus der Wirbelsäule Kraft genug besitzt, um das Rückenmark des auf dem Bauche liegenden Thieres empor zu heben.

441. Empfindende und bewegende Thätigkeiten des Rückenmarks und des Gehirns. — Mehrere Umstände erschweren hier in vielen Fällen die Sicherheit des Urtheils. Will man ein Stück des Rückenmarks oder ein anderes Hirngebilde bloßlegen, so muß man die mit reichlichen Blutgefäßen versehenen Knochenwände entfernen. Ein empfindlicher mit einem starken Blutung verbundener Eingriff geht dann meistentheils dem Versuche selbst voran. Geringe Schmerzenseindrücke rufen daher häufig weder Widerstand, noch Schreien hervor. Man kann höchstens die empfindlichen, nicht aber die unempfindlichen Theile genauer verfolgen.

442. Wir werden weiter sehen, daß die centralen Gebilde des Nervensystems den Wirkungen in vielen Fällen wechselseitig zu übertragen pflegen. Ein empfindender Eindruck vermag auf diese Weise Bewegungen herbeizuführen. Ein Theil, der ursprünglich andere Muskeln beherrscht, ist im

---

[1]) Siehe auch die Beobachtungen über Bewegungen bei Longet, a. a. O. Tome I. [illegible]. Pathological and Anatomical Researches Edinburgh [illegible]. Hamernjk, in der Prager Vierteljahrsschrift [illegible]

[2]) [illegible]

[3]) [illegible]

tande eine eigenthümliche, und fremdartige Reihe von Verkürzungser-
einungen zu bedingen, weil er eine zweite Gegend gleichzeitig in Thä-
igkeit versetzt hat. Man sieht leicht, daß dieser Umstand zu irrigen Be-
theilungen der Empfindungs- und der Bewegungseinflüsse führen kann.

Die Gegenanstrengungen und die Schmerzenslaute sind die beiden 4410
auptzeichen, durch welche ein Thier seine Leiden verrathen kann. Es
giebt sich aus dem eben Dargestellten, daß man hier scheinbare Gegenbe-
gungen, welche nur von den Mittheilungsverhältnissen herrühren, zu
halten vermag. Das Schreien liefert aber auch nicht immer zuverläs-
ere Thatsachen. Wir werden in der Folge sehen, daß gewisse Anre-
ungen des verlängerten Markes heftige Stimmtöne, die keineswegs mit
icherheit als bewußte Schmerzenslaute zu deuten sind, nach sich zu zie-
n pflegen.

Das Rückenmark kann an keiner Stelle vollständig der Quere nach 4411
rchschnitten werden, ohne daß die Theile, deren Nerven hinter der Tren-
ungsgegend eintreten, ihre Beziehung zu dem Selbstbewußtsein verlieren.
t man das unterste Stück des Brustmarkes auf die erwähnte Weise in
nem Säugethiere verletzt, so wird die bewußte Empfindung und der
illenseinfluß für die Hinterbeine, nicht aber für die Vorderbeine aufge-
ben. Man kann den oberen Abschnitt wie man will, verletzen, ohne daß
s Thier Schmerzen verräth. Es ist in ähnlichen Fällen im Menschen
rgekommen, daß der Kranke am Kamine einschlief und sich die Füße,
ne zu erwachen, zu Kohle verbrannte. Keine Willensanstrengung ver-
ag überdies die geringste Bewegung in den gelähmten Muskeln her-
rzurufen.

Obgleich die Unterbrechung des Zusammenhanges die Einflüsse des 4412
ewußtseins für das untere Stück des Rückenmarkes vernichtet hat, so
ird doch deswegen die übrigen Thätigkeitsäußerungen jener Nervenmasse
cht zu Grunde gegangen. Ein Empfindungsreiz, der z. B. von einer
tsprechenden Hautstelle aus zugeleitet wird, vermag Bewegungen in den
lähmten Gliedern mittelst der früher erwähnten Uebertragungen her-
rzurufen. Spricht man den unteren Abschnitt des durchschnittenen Rücken-
rkes an, so verkürzen sich ausgedehnte Muskelgruppen der gelähmten
lieder gleichzeitig. Wiederholt man den Versuch oberhalb der Verletzung,
erhält man Schmerz, aber keine Bewegungen, die dem unteren Ab-
mitte des Rückenmarkes entsprächen.

Es ergiebt sich von selbst, daß der Umfang der Lähmung mit der 4413
öhe der Trennungsstelle wachsen muß. Liegt diese in der Gegend der
nterſten Brustwirbel des Menschen, so werden nur die unteren Extremi-
ten gelähmt sein. Trifft sie das Rückenmark in der Nähe des dritten
rustwirbels, so kommt die Unthätigkeit der Bauch-, der meisten
rust- und der entsprechenden Rückenmuskeln hinzu. Wiederholt sich das
leiche in der Mitte des Halsmarkes, so unterliegen noch die Arme,
e höheren Rückenmuskeln, zum Theil das Zwerchfell und überhaupt alle
illkührlich verkürzbaren und alle empfindenden Gebilde, die nicht mit
öheren Stellen des centralen Nervensystemes in Verbindung stehen.

Die §. 4249 gegebene Uebersichtstabelle, welche die Verbreitungsbezirke der aus Rückenmarksnerven umfaßt, kann in dieser Hinsicht meistentheils als Leitfaden be Man darf übrigens in einzelnen Krankheitsfällen nicht vergessen, daß manche Haut und nicht wenige Muskeln ihre Nervenfasern aus verhältnißmäßig entfernten Ort ziehen und daß sie daher ihre Thätigkeit bewahren, wenn auch das Rückenmark an relativ hohen Punkte durchrissen worden. Denken wir uns z. B., die Verletzu fände sich in der Gegend des fünften Halswirbels des Menschen, so werden zwa Arme gelähmt sein. Es kann aber die Haut, die das Schultergelenk und den ob Theil des Oberarmes bekleidet, ihre Empfindlichkeit bewahren, weil die Oberschlüsse nerven (N. N. supraclaviculares) dem vierten Halsnerven angehören. Ist auch de tere Theil des Rückenmarkes bis zu der Eintrittsstelle des ersten Lendenwirbelnerven stört, so können doch die Bauchmuskeln fortarbeiten, weil ihre bewegenden Nerven sechs untersten Brustwirbelnerven angehören.

.4414 Trennt man das Rückenmark eines Säugethieres oder eines Frö der Quere nach und reizt dann die hintere Schnittfläche, so wird das Maximum der Bewegungserscheinungen, die man zu erhalten vermag der Summe der Verkürzungen, welche jener hintere Rückenmarkstheil einzuleiten im Stande ist, gleichen. Hält sich dagegen der Eingriff in halb gewisser Grenzen oder ist die Empfänglichkeit des Ganzen beträchtlich gesunken, so ereignet es sich auch, daß sich nur diejenigen Muskeln deren bewegende Nerven in unmittelbarer Nachbarschaft der Verletzungsstelle eintreten, zusammenziehen. Läßt man sehr mäßige mechanische Reize auf die Vorderstränge des unverletzten Rückenmarkes wirken, so kann man die gleichen Ergebnisse erreichen.

Van Deen [1]) hat diese Beziehungen im Frosche am Ausführlichsten untersucht. Da dieses Thier zu Nervenversuchen häufig dienen muß, so wollen wir uns hier die anatomischen Verhältnisse nach einer von van Deen gegebenen Zeichnung [2] ersichtlich darstellen. Fig. 348 zeigt das Gehirn und Rückenmark des Frosches von vorn. Die Querfortsätze der Wirbel, die Hüftbeine (*xx* und das Sitzbein (*y*) sind zugleich angedeutet. Wir bemerken: 1. N. olfactorius. 2. N. opticus. 3. N. oculomotorius. 4. N. patheticus. 5. N. trigeminus mit den Ästen *a* (R. nasalis), *b* (R. maxillaris) und *c* (R. ophthalmicus). 6. N. abducens. 7. N. facialis (Nr. 6 und 7 am Gasser'schen Knoten eintretend). 8. N. acusticus. 9. N. vagus. *d*. Chorda tympani. *e*. R. tympanicus posterior. *f*. R. lingualis. *g*. R. intestinalis internus. *h*. R. cutaneus. *i*. R. pharyngeus. 10. N. sympathici. *d*. R. intestinalis externus. *l*. communicans cum N. hypoglosso. *n*. N. jugularis. *l*. R. auricularis. *m*. R. jugularis. *n*. R. occipitalis. 10. N. spinalis I. (hypoglossus). 11. N. spinalis II. (der Hauptendigung nach Brachialis). 12. N. spinalis III. (Brachio-pectoralis). 13. N. spinalis IV. (abdominalis I.) 14. N. spinalis V. (abdominalis II.). 15. N. spinalis VI. (abdominalis III.). 16. N. spinalis VII. (N. inguinalis). 17. N. spinalis VIII. (Cruralis). 18. N. spinalis IX. (N. ischiadicus). N. spinalis X. (Coccygeus, Pudendus *o o*.

Fig. 348.

[1]) Van Deen, Traité et Découvertes sur la physiologie de la moelle épinière. Leide 1841. 8. p. 11. 12. Vergl. auch B. Stilling, Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarks und der Nerven. Leipzig 1842. 8. S. 3.

[2]) Van Deen, in sein-n, Donders u. Moleschott's Holländischen Beiträgen. Heft I. Utrecht und Düsseldorf 1846. 8. S. 25.

chenwände des oberen oder hinteren Theiles der Wirbelsäule. s. Schädelchen.

Dieses vorausgesetzt, so ergaben die von van Deen angestellten Beobachtungen:

zung der Vorderstränge des Rückenmarkes des Frosches in der Gegend des	Zunächst in Bewegung gesetzte Theile.
Ersten Wirbels.	Muskeln des Kopfes und vorzüglich des Unterkiefers.
Zweiten Wirbels.	Muskeln der Vorderfüße und der Brust.
Dritten Wirbels.	Bauchmuskeln.
Vierten Wirbels.	Untere Bauch- und obere Schenkelmuskeln.
Fünften Wirbels.	Mehrzahl der Schenkelmuskeln.
Sechsten Wirbels.	Fast alle Muskeln der Hinterbeine.

Verletzt man die beiden hintersten Wirbel und das Steißbein, so erhält man nur n Bewegungen, wenn der Steißbeinnerv (19 Fig. 316) mit zwei Wurzeln entspringt. e Zehen ändern bisweilen ihre Stellung in diesem Falle (S. 328).

Alle Forscher stimmen darin überein, daß die hinteren Stränge des 4415
ckenmarkes in höchstem Grade empfindlich sind, die vorderen dage- n lebhafte Bewegungen in allen von ihnen abhängigen Theilen hervor- fen können. Die Ergebnisse, welche die verschiedenen Beobachter erhal- n haben, weichen nur insofern ab, als die Einen keine Verkürzungsein- sse den Hintersträngen und keine Empfindungsthätigkeiten den Vorder- ängen zuerkennen, während Andere diese vollkommene, den Nervenwur- ln entsprechende Sonderung nicht zugeben. Wir werden in der Folge f das Nähere dieser Streitfrage ausführlich zurückkommen. Die cen- ale Masse des Rückenmarkes und die Wände des Centralkanales, wenn ser vorhanden ist, zeigen keine auffallende Empfindlichkeit.

Jede Seitenhälfte des Rückenmarkes entspricht, so viel man weiß, 4416
r der gleichen Seitenhälfte des Rumpfes. Reizt man den rechten Vor- rstrang, so bewegen sich in der Regel die zugehörigen Muskeln der rech- n Seite und umgekehrt.

Oeffnet man in einem Hunde den Zwischenraum, der zwischen dem 4417
interhaupte und dem ersten Halswirbel übrig bleibt, so kann man sich günstigen Fällen überzeugen, daß die Hauptgebilde der Oberfläche des rlängerten Markes in hohem Grade empfindlich sind. Die Py- miden, die seitlichen, den Oliven des Menschen entsprechend gelagerten heile, die strickförmigen Körper und ein beträchtlicher Abschnitt des rundes der vierten Hirnhöhle besitzen eine besondere Empfänglichkeit r Schmerzenseindrücke. Die nächste Umgebung der Schreibfeder und e Oberfläche der Sylvischen Wasserleitung dagegen liefern andere Er- bnisse. Magendie [1]) konnte eine Sonde und Schiff [2]) die Spitze

[1]) Magendie, a. a. O. S. 160. 61.
[2]) Schiff, in Roser und Wunderlich's Vierteljahrsschrift. Bd. V. Stuttgart 1846. 8. S. 675. 76.

einer Staarnadel in jenen Kanal in Kaninchen einführen, ohne daß sich diese im Geringsten regten. Sticht man ein Messer in das Innere des verlängerten Markes, so schreien manche Thiere laut auf, während sich andere ruhiger verhalten. Die vorangehenden Eingriffe und die Oertlichkeit der Zerstörung scheinen diese Abweichungen zu bedingen.

4418 Zermalmt man das verlängerte Mark, so verfallen die meisten Muskeln des Körpers in die anhaltendsten Krämpfe. Man erhält hier zunächst die Summe der Wirkungen, deren das Rückenmark fähig ist. Die Augen, die Gesichts-, die Kaumuskeln, die Zunge, der Schlund und die Speiseröhre werden aber oft gleichzeitig ergriffen, weil die Fasern des dritten bis siebenten und des neunten bis zwölften Hirnnervenpaares in die Brücke und in das verlängerte Mark einstrahlen [1]). Tiefe Athembewegungen und lebhafte Verkürzungen des Zwerchfelles können ebenfalls von dem verlängerten Marke aus angeregt werden.

4419 Zerstört man die eine Seitenhälfte des Rückenmarkes, so zieht dieser Eingriff keine Lähmung nach sich, die auf eine Kreuzungswirkung schließen ließe. Keine innere Anregung nöthigt das Thier, gewisse Zwangsbewegungen vorzunehmen. Viele Theile des großen und des kleinen Gehirns führen, wie wir später sehen werden, zu anderen Ergebnissen. Kreuzungen und gewisse unabweisliche Drehungen treten hier als beständige Merkmale hervor.

4420 Das verlängerte Mark und die Brücke bilden in dieser Hinsicht ein Mittelglied zwischen dem Gehirn und dem Rückenmark. Die rechte Hälfte des vollkommen freien Theiles des verlängerten Markes regt noch Krämpfe in der rechten Körperhälfte an. Halbseitige Verletzungen jenes Theiles des centralen Nervensystemes führen zu Drehbewegungen, die nach der Verletzungsseite hin gerichtet sind. Der Kreuzungseinfluß macht sich erst später geltend. Er tritt um so entschiedener hervor, je weiter wir nach vorn vorschreiten.

Da sich die Anregung der einen Seitenhälfte der anderen mittheilen kann, so stoßen hier die Reizversuche, die man an lebenden oder an frisch getödteten Thieren macht, auf sehr viele Schwierigkeiten. Beobachtet man ein lebendes Geschöpf, das auf diese Weise verstümmelt worden, so begegnet man keiner völlig unzweifelhaften halbseitigen Lähmung. Man erhält verwickelte und schwankende Bewegungsstörungen, die einer willkührlichen Deutung leicht unterworfen werden können. Wir werden z. B. in der Folge sehen, daß die gleiche Art von Drehungen, welche der halbseitigen queren Theilung der Brücke nachfolgten, Hertwig [2]) eine Kreuzungswirkung annehmen, Schiff [3]) dagegen dieselbe verwerfen ließen.

Reizte Flourens [4]) die rechte Hälfte des verlängerten Markes einer Taube, so

[1]) Vergl. hierüber vorzüglich die mühevolle und ausgezeichnete Arbeit: B. Stilling, Untersuchungen über den Bau des Hirnknotens oder der Varol'schen Brücke. Jena 1846. Fol. S. 115 — 43 u. 153 — 57.

[2]) H. Hertwig, Experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali singularibus et de verosimili harum partium functione. Berolini 1826. 4. p. 24.

[3]) M. Schiff, de vi motoria bascos encephali inquisitiones experimentales. Bockenhemii 1845. 8. pag. 54.

[4]) P. Flourens, Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. Seconde Edition. Paris 1842. 8. pag. 112. 113.

zogen sich die Extremitäten der rechten Seite krampfhaft zusammen. Ein Hund, dem Magendie [1]) die Gegend der rechten Pyramide durchschnitten hatte, konnte die Vorder- und die Hinterpfote der rechten Seite nicht beugen. Diese Störung mangelte an den linken Extremitäten. Schritt aber das Thier mit dem linken Vorderbeine vor, so folgte das rechte am Boden nach. Der Rumpf krümmte sich überdies nach rechts, zum Beweise, daß die Erscheinungen hier schon verwickelter waren, als bei einer einfachen halbseitigen Lähmung. Calmeil [2]) giebt nach einem am Schaafe angestellten Versuche an, daß die hinteren Stränge des verlängerten Markes entsprechende, die vorderen dagegen gekreuzte Wirkungen ausüben. Hatte Budge [3]) diesen Theil in lebenden Katzen von oben her bloßgelegt und reizte er ihn hinten an seinem Anfange auf der rechten Seite mit einer Nadelspitze, so zeigten sich Krämpfe in dem rechten Hinterbeine. Ging er weiter nach vorn, so zogen sich beide Hinterbeine und das rechte Vorderbein zusammen. Wiederholte er endlich den Versuch dicht an der Brücke, so antworteten das rechte Vorder- und das linke Hinterbein. Budge schloß hieraus, daß sich diejenigen Fasern, welche später in das Rückenmark eintreten, weiter nach vorn im Bereiche des verlängerten Markes durchkreuzen.

Flourens [4]) glaubt bemerkt zu haben, daß keine Stelle des verlängerten Markes der Amphibien Kreuzungswirkungen darbietet. Ich schloß schon aus früheren Versuchen [5]), daß diese in dem vorderen Theile des verlängerten Markes auftreten, während das hinterste Stück mit dem Rückenmarke übereinstimmt. Hatte van Deen [6]) die rechte Hälfte des verlängerten Markes ungefähr in der Mitte seiner Länge quer durchschnitten, so zeigten sich Bewegungsstörungen, welche eine gleichzeitige auffallende Veränderung in den Verkürzungsverhältnissen des linken Hinterbeines außer Zweifel stellen.

Prüft man das verlängerte Mark frisch getödteter Säugethiere, so 4421
findet man häufig, daß nur einzelne der §. 4418 genannten Verkürzungsgebilde die Reizung beantworten. Gebrauchte ich z. B. die dünnen Drähte des Magnetelektromotors (S. 404.), so ereignete es sich in Hunden, daß die Kiefer zusammenklappten, alle übrigen Bewegungen dagegen mangelten. Man findet unter den gleichen Verhältnissen im Kaninchen, daß einzig und allein das Zwerchfell, ein Theil der übrigen Athemmuskeln oder irgend ein Muskel der Rumpfglieder in Thätigkeit geräth. Diese Erscheinungen deuten darauf hin, daß die verschiedenen Punkte des verlängerten Markes ihre Empfänglichkeit zu ungleichen Zeiten verlieren und daß viele von ihnen gewisse gesonderte Bewegungsbezirke vorzugsweise beherrschen. Die anatomischen Verhältnisse unterstützen diese Auffassungsweise. Stilling [7]) hatte gefunden, daß die Fasern des zwölften Hirnnerven in einen eigenen grauen Kern des verlängerten Markes eintreten. Reizte er diesen in frisch getödteten Katzen oder Kaninchen an einer Seite, so erhielt er Verkürzungen in der entsprechenden Zungenhälfte.

Betrachten wir endlich das große und das kleine Gehirn, so 4422
finden wir, daß hier viele Gebilde ohne Schmerzenszeichen verletzt oder abgetragen werden können. Die Bewegungseinflüsse verlieren zugleich

---

[1]) Magendie, a. a. O. S. 186.
[2]) Calmeil, bei Longet, a. a. O. Tome I. p. 400.
[3]) J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft I. Frankfurt a. M. 1841. 8. Seite 21.
[4]) Flourens, a. a. O. p. 122.
[5]) De functionibus nervorum pag. 184.
[6]) Van Deen, a. a. O. S. 34.
[7]) B. Stilling, Ueber die Medulla oblongata. Erlangen 1843. 4. S. 57.

jene Einfachheit und Beständigkeit, die das Ri
gerne Mark darbieten.

4423 Legt man die Großhirnhemisphären eines
Taube oder einer Ente bloß, so hat hierdurch
schmerzhafte Eindrücke aufzufassen, keineswegs
die äußeren Körperbedeckungen trifft, und nicht
der harten Hirnhaut werden deutlich wahrgeno
gegen die Großhirnhemisphären oder führt ma
den Vordertheil des Hirns bis zur Schädelgr
das Thier vollkommen ruhig. Es zuckt oder sch
den dreigetheilten oder einen anderen empfindlic
hügel, einen Großhirnschenkel oder das verlän
artige Gebilde zufällig angegriffen hat. Nimmt
hirnhemisphären bis auf das Dach der Seitenhöl
scheibenweise hinweg, so leistet das Kaninchen
als wenn man ihm die Haare oder die Nägel
scheinungen kehren auch im Menschen wieder.
gekommen, daß man ein Stück der Hemisph
Schädelwunde vorgetrieben worden war, ohne
ausgetretenes Blut, abgelagerter Eiter oder
künstlich fortgeschafft, so konnte man Bestandthe
gleichzeitig zerreißen oder herverholen, ohne
dungen den Eingriff dem Kranken anzeigten.

Diese Thatsachen machen es möglich, die tieferen
oder kleinerer Vögel auf eine minder schmerzhafte Wei
nämlich die Schädeldecken und die oberen Abtheilungen d
nem kräftigen wagerechten Messerzuge gleichzeitig durch
vollführt, so geben die Thiere nicht selten keinen Schme
höchstens im ersten Augenblicke.

4424 Viele andere Theile des großen Gehirn
empfindlichkeit. Hierher gehören der Trichter,
meisten, wo nicht alle Gebilde, die an
Tage liegen. Entfernt man ein langes d
neben dem obern Längsblutleiter eines Kan
zwischen den Halbkugeln des großen Gehi
des Schädels mit einem Messer vor, so verhä
men ruhig. Hält sich auch die Verletzung nicht
so braucht sich deswegen das Ergebniß nicht
hieraus schließen, daß die wesentlichen Mittelge
durchsichtige Scheidewand, das Gewölbe, die vo
missur keine Empfindlichkeit besitzen. Trifft ma
venpaar, die Großhirnschenkel oder die Brücke
laut auf. Hat man das Schädeldach und die
hirnhemisphäre abgetragen, so kann man den T
das Thier um den Eingriff kümmert.

4425 Die Hauptmasse der Streifenhügel zeigt si

empfindlich. Was den Sehhügel betrifft, so schließt Magendie [1]) aus seinen Versuchen, daß ihm ein beträchtlicher Empfänglichkeitsgrad zukommt. Schiff [2]) gewährt eine nur geringe Empfindlichkeit den nach unten gelegenen Theilen des Sehhügels und den Hirnschenkeln in ihrer ganzen Dicke. Longet [3]) stellt endlich die Sehhügel den Halbkugeln des großen Gehirns völlig gleich.

Stieß Magendie [4]) eine Sonde in der Richtung der Sehhügel ein, so ließ das Kaninchen ein dumpfes Knurren, als wenn es bös wäre, vernehmen. Hunde bellten bisweilen, wenn die Nervenmasse in der Nähe der Sehhügel verletzt wurde. Schiff [5]) fand, daß jene eigenthümliche Stelle im Kaninchen vor dem Sehhügel in der Nähe der vorderen Gewölbschenkel liegt.

Säugethiere und Vögel pflegen eine ganz oberflächliche und leise 4426
Reizung der Vierhügel ohne Gegenwirkung zu ertragen. Jede tiefere Verletzung dagegen führt immer zu stürmischen Erscheinungen. Die Thiere schreien laut auf und wehren sich auf das Heftigste [6]). Die Entfernung der Zirbeldrüse oder die Trennung ihrer vorderen nach den Sehhügeln hinübergehenden Markstiele ruft keinen Schmerz in Kaninchen hervor [7]).

Legt man das kleine Gehirn von oben her bloß, so kann man eine 4427
Reihe von Scheiben von den Halbkugeln oder dem Wurme abtragen, ohne daß das Thier den geringsten Widerstand leistet. Hebt man das Ganze in die Höhe und verletzt die Unterfläche oder dringt man dann bis zu dem Ciliarkörper vor, so erhält man häufig Schmerzensregungen. Es bleibt jedoch zu entscheiden übrig, ob sich hierbei die Nebenverhältnisse der Kleinhirnschenkel wesentlich betheiligen oder nicht. Die verschiedenen Markschenkel, die von dem kleinen Gehirn zu den Vierhügeln, der Brücke und dem verlängerten Marke hinübergehen, können deutliche Schmerzenszeichen veranlassen.

Versuchen wir, die empfindlichen und unempfindlichen Theile des Gehirns und des Rückenmarkes wechselseitig gegenüber zu stellen, so erhalten wir:

Empfindlich.	Unempfindlich.
Rückenmark, vorzugsweise die hintere Hälfte desselben.	Umgebung der Schreibfeder und Wandung der Sylvischen Wasserleitung.
Größter Theil des Bodens der vierten Hirnhöhle.	Zirbeldrüse und (vordere) Stiele derselben.
Oberfläche des verlängerten Markes und der Brücke.	Oberfläche der Vierhügel.
Schenkel des kleinen Gehirns für das verlängerte Mark, die Brücke und die Vierhügel.	(Vorzüglich äußere, hintere und obere) Rindentheile des Wurmes und der Halbkugeln des kleinen Gehirns.

[1]) Magendie, a. a. O. S. 121.
[2]) Schiff, a. a. O. S. 680.
[3]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 517.
[4]) Magendie, a. a. O. S. 131. 132.
[5]) Schiff, a. a. O. S. 683. De vi motoria baseos encephali. p. 9. 10.
[6]) Vgl. Longet, a. a. O. Tome I. p. 473.
[7]) Magendie, a. a. O. S. 132. 33.

Empfindlich.	Unempfindlich.
(Tiefe der Vierhügel? Innerer und unterer Theil des kleinen Gehirns?)	Wandungen der dritten Hirnhöhle. Vordere und weiche Commiſſur.
Hauben und Großhirnſchenkel.	Balken. Gewölbe. Durchſichtige Scheidewand. Hirnanhang und Trichter.
Innere und untere Urſprungstheile (der Streifen- und) der Sehhügel.	Hauptmaſſe des Streifenhügels und vielleicht des Sehhügels.
	Graue und weiße Maſſe der Windungen der Halbkugeln des großen Gehirns. Dach der Seitenhöhlen.

Man wird übrigens aus dem Früheren leicht entnehmen, daß die Empfindlichkeitsgrade der verſchiedenen Hirntheile in bedeutendem Umfange wechſeln.

4428 Da uns die Bewegungsſtörungen, welche die einſeitigen Verletzungen des großen oder des kleinen Gehirns in den lebenden Säugethieren, Vögeln und Fröſchen nach ſich ziehen, in der Folge ausführlicher beſchäftigen werden, ſo wollen wir hier nur die Ergebniſſe, welche die Reizverſuche liefern, berückſichtigen.

4429 Spricht man die Vierhügel in einem lebenden Säugethiere oder Vogel an, ſo bewegen ſich die Augenmuskeln. Es nimmt in der Regel zugleich der Umfang des Sehloches ab. Obwohl dieſe Wirkungen kreuzweiſe eintreten, ſo kann es ſich doch ereignen, daß ſich auch die Regenbogenhaut der verletzten Seite gleichzeitig bewegt [1]). Es kam mir ein Mal vor, daß ſich die linken Geſichtsmuskeln eines friſch getödteten Kaninchens zuſammenzogen, als ich die dünnen Dräthe des Magnetelektromotors in einer geringen gegenſeitigen Entfernung an den rechten vorderen Vierhügel angelegt hatte. Es iſt jedoch höchſt wahrſcheinlich, daß dieſer Erfolg von der weiteren Verbreitung des elektriſchen Stromes abhing.

4430 Zerſtört man die Großhirnhemiſphären, die Streifen- oder die Sehhügel in lebenden oder friſch getödteten Säugethieren, ſo kann man in der Regel keine beſchränkte Gegenwirkung freier Körpermuskeln wahrnehmen. Faſſe ich die einzelnen glücklichen Ausnahmen, die mir an friſch getödteten Säugethieren vorgekommen ſind, zuſammen, ſo fand ich, daß die Verkürzungen meiſt an der entgegengeſetzten Seite auftraten.

4431 Hatte ich die Seitenhöhlen des großen Gehirns und die Antlitzmuskeln in jungen Kaninchen bloßgelegt, ſo bemerkte ich bisweilen, daß ſich die Muskeln der linken Wange und die benachbarten Verkürzungsgebilde zuſammenzogen, wenn ich den Streifenhügel oder den Sehhügel der rechten Seite anſtach. Die Zuckungen hörten mit der Reizung gleichzeitig auf. Sie wiederholten ſich aber, ſo wie ich den Verſuch von Neuem einleitete. Trug ich den einen Sehhügel und die benachbarte Wand des Seitenventrikels in neugeborenen Katzen ſchichtweiſe ab, ſo erhielt ich in mehreren Verſuchen lebhafte Bewegungen der Taſthaare und der Zungenhälfte

[1]) Flourens, a. a. O. S. 144. Longet, a. a. O. Tome II. p. 61.

der entgegengesetzten Seite. Reizte ich den rechten hinteren Gewölbschenkel oder das Ammonshorn am Anfange des Unterhornes des Seitenventrikels in jungen Kaninchen mit mechanischen Mitteln, so zuckte die linke Hälfte des Kreismuskels des Mundes in auffallender Weise. Dieser Versuch ist mir nur ein Mal in jungen Katzen gelungen. Durchschnitt ich endlich die Gegend der Sehhügel eines großen durch einen Schlag auf den Kopf getödteten Hundes, so bewegten sich die beiden Hinterbeine.

Stach ich die dünnen Dräthe des Magnetelektromotors in die Oberfläche der linken Großhirnhemisphäre ungefähr über dem Streifenhügel ein, so bewegten sich das linke Vorder- und das linke Hinterbein eines jungen, unmittelbar vorher getödteten Kaninchens. Senkte ich die Elektroden in den rechten Streifenhügel eines anderen Thieres der Art, so erhielt ich lebhafte Bewegungen der linken Gesichtsmuskeln, vorzüglich der Nase, und der linken, am meisten sichtbaren Hälfte des Zwerchfelles [1]). Dieses verkürzte sich auch in einem anderen Falle, wenn ich die linke Kleinhirnhemisphäre angesprochen hatte. Die Wirkung bestand nicht in jenen abwechselnden Zusammenziehungen, welche der Reiz der Luft so häufig herbeiführt, sondern in nachdrücklichen und durchgreifenden Bewegungen, wie sie nur die kräftige Anregung des Zwerchfellnerven hervorruft. Ein ähnliches Ergebniß trat in einem anderen Kaninchen, nachdem ich die linke Großhirnhemisphäre angesprochen hatte, hervor.

Die eigenthümlichen Drehbewegungen, welche der einseitigen Trennung der paarigen Hirntheile der Thiere nachfolgen, kommen nur in sehr seltenen Fällen im Menschen vor. Man bemerkt dagegen hier sehr häufig, daß halbseitige Lähmungen mit Störungen in einer Hirnhälfte verbunden sind. Die oben erwähnten, an Thieren angestellten Reizversuche erhalten hierdurch eine gewisse Bedeutung.

Hatte ein Schlaganfall oder ein anderes Hirnleiden den rechten Arm und das rechte Bein eines Menschen gelähmt, so findet man in der Regel in der Leiche, daß der Blutaustritt, die Erweichung oder die Wasserblasen in der linken Großhirnhemisphäre und zwar meist in der Gegend der Seh- und der Streifenhügel vorkommen. 258 freilich noch kritisch zu sichtende Fälle, die Burdach [2]) zusammengestellt hat, führten zu dem Ergebnisse, daß sich die Lähmung 216 und wahrscheinlich sogar 243 Mal auf der entgegengesetzten und nur 15 Mal an derselben Seite, welche den Hirnfehler darbot, geltend machte. Man hat übrigens auch in einzelnen Fällen wahrgenommen, daß die dem entarteten Hirntheile gegenüberliegende Körperhälfte in Lähmung verfiel, die entsprechende dagegen an unwillkührlichen Zuckungen litt. Bietet schon diese Erscheinung viel Räthselhaftes dar, so gilt dieses in noch höherem Grade von den Kreuzlähmungen (Stauroplegieen), in denen z. B. der rechte Arm und das linke Bein dem Einflusse des Bewußtseins entzogen sind (vgl. §. 4420.).

Die Muskeln des Auges, des Gesichtes und der Zunge betheiligen sich ebenfalls häufig in solchen halbseitigen Lähmungen. Es ereignet sich z. B., daß der äußere gerade Augenmuskel nachgiebt und daß daher der entsprechende Augapfel plötzlich nach innen schielt. Die Lähmung der Antlitzmuskeln tritt bald auf der gleichen, bald auf der dem Hirnfehler entgegengesetzten Seite hervor. Jener Fall wurde z. B. in 38 Fällen 10 und dieser 28 Mal beobachtet [3]). Die Zunge kann in beiderlei verschiedenen Richtungen abweichen. Vgl. §. 4361.

---

[1]) Vgl. J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft II. Frankfurt a. M. 1842. 8. S. 54.

[2]) C. F. Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirns. Bd. III. Leipzig 1826. 4. Seite 370.

[3]) Burdach, Ebendaselbst. S. 373.

4432 Wir haben bis jetzt nur die freien Körpermuskeln ins Auge gefaßt. Die verschiedenartigen Einflüsse, welche die Gemüthsbewegungen auf das Herz, den Nahrungskanal, die Entfernung des Kothes, des Harnes und des Samens ausüben, lehren deutlich, daß die Eingeweide der Brust- und der Bauchhöhle von den Zuständen des centralen Nervensystems in hohem Grade abhängen. Eine Reihe von Beobachtungen die Budge[1]) und ich[2]) an frisch getödteten Hunden und Katzen und vorzüglich an Kaninchen anstellten und die von späteren Forschern an Säugethieren, Fröschen und Fischen fortgesetzt wurden, suchten im Einzelnen darzulegen, wie die verschiedenen Stücke des Gehirns und des Rückenmarkes die Bewegungen des Herzens, des Nahrungskanales, der Harn- und der Geschlechtswerkzeuge bestimmen können.

4433 Stellen wir die Ergebnisse, welche diese an den genannten Haussäugethieren gemachten Erfahrungen bis jetzt geliefert haben, übersichtlich zusammen, so erhalten wir:

Brust- oder Baucheingeweide.	Hirngebilde, welche die Bewegung des genannten Theiles in eben getödteten Säugethieren bestimmen können.
Herz.	Oberer (und mittlerer) Theil des Rückenmarkes. Verlängertes Mark. (Tiefe unter den Vierhügeln liegende Masse. Streifen- und zum Theil Sehhügel. Balken, Gewölbe und Dach der Seitenhöhlen des großen Gehirns.)
Magen und dünne Gedärme.	Oberer und mittlerer Theil des Rückenmarkes. Verlängertes Mark. Kleines Gehirn. Großhirnschenkel. Seh- und Streifenhügel.
Dicke Gedärme. Mastdarm und Harnblase.	Rückenmark. Verlängertes Mark. Halbkugeln des kleinen Gehirns. Großhirnschenkel. Streifen- und Sehhügel. (Großhirnhemisphären).
Harnleiter.	Hals- und Brusttheil des Rückenmarkes. Verlängertes Mark. Rechter Sehhügel. (Rechte Halbkugel des kleinen Gehirns.)
Samenausführungsgänge und Eileiter.	Rückenmark. Verlängertes Mark. Kleines Gehirn.

Die in Parenthese eingeschlossenen Gebilde übten einen weniger beständigen oder einen minder auffallenden Einfluß auf die Bewegungsverhältnisse des entsprechenden Theiles aus. Die neueren Versuche, die ich mit Hilfe des Magnetelektromotors an jungen Kaninchen anstellte, haben alle in dieser Beziehung mit einfacheren Reizmitteln gewonnenen Thatsachen, wie ich sie früher beobachtet hatte, bestättigt und die den Harnleiter betreffenden Erscheinungen hinzugefügt.

[1]) J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft I. Frankfurt 1841. 8. S. 124 — 64. u. Heft II. 1842. 8. S. 1 — 36. 81 — 83.
[2]) Repertorium. Bd. VI. S. 325 u. 359.

Wir wollen die hier in Betracht kommenden Punkte den einzelnen Thierklassen nach durchgehen:

1) **Säugethiere.** — Manche Forscher [1]) stellten früher die Richtigkeit der erwähnten Thatsachen oder die wechselseitige Beziehung der Reizung der nervösen Centraltheile und der Bewegungen der Eingeweide in Abrede, weil diese Wirkungen häufig ausbleiben und in anderen Fällen ohne sichtbare äußere Veranlassung auftreten. Den Hauptgrund des Widerspruches aber bildete der Glaube, daß der sympathische Nerv ein vollkommen selbständiges Nervensystem darstellt und daß daher die von ihm versorgten Brust- und Baucheingeweide von dem Gehirn und dem Rückenmarke nicht abhängen könnten. Diese Auffassungsweise nöthigte auch später, als man die Thatsachen selbst zugeben mußte, zu eigenthümlichen Deutungen [2]), auf die wir in der allgemeinen Betrachtung der Nervenwirkungen zurückkommen werden (vgl. §. 2391).

Was nun zuerst die Unsicherheit der Erfahrungen betrifft, so haben wir schon früher (§. 2406 fgg.) gesehen, daß hier die Reizbarkeitsverhältnisse der Muskelmassen eine Hauptrolle übernehmen. Es ist mir in Hunden, Kaninchen und Tauben vorgekommen, daß noch die heftigsten Starrkrämpfe des Rumpfes und der Glieder auftraten, wenn ich den Strom des Magnetelektromotors längere Zeit nach dem Tode durch das Rückenmark leitete, daß aber der Nahrungskanal, die Harnblase und die Geschlechtswerkzeuge keine Veränderung mehr darboten. Der umgekehrte Fall ereignet sich in jungen Kaninchen, die man durch Erstickung getödtet hat und die mithin unter Krämpfen gestorben sind, bei weitem häufiger. Prüft man auch den Leichnam unmittelbar nach den letzten Athemzügen, so findet man in manchen Fällen, daß die rothen Körpermuskeln keine Spur von Zuckungen darbieten, man mag das Gehirn oder einige Zeit darauf das Rückenmark ansprechen. Es zeigt sich in anderen Fällen, daß die rothen freien Körpermuskeln ein paar Bewegungen in den ersten Minuten machen, später dagegen vollkommen ruhig bleiben. Die Brust- und die Baucheingeweide bewahren dagegen ihre Empfänglichkeit mit einer so großen Zähigkeit, daß man die Versuche eine halbe Stunde und noch länger fortsetzen kann.

Bleiben die Rumpf- und die Gliedermuskeln nach der Reizung des Rückenmarkes unbeweglich, so werden wir hieraus nicht schließen, daß dieses Nervengebilde die Verkürzungen jener Theile nicht beherrscht. Wir werden vielmehr den unglücklichen Erfolg dem Mangel an Empfänglichkeit zuschreiben. Es versteht sich von selbst, daß wir nicht berechtigt sind, einen anderen Maaßstab an die negativen Erfahrungen, die man in Ausnahmsfällen an den Eingeweiden macht, anzulegen.

Das Erkalten und die oberflächliche Vertrocknung der Theile bilden übrigens häufig zwei in die Augen fallende Ursachen, weshalb die Bewegungen des Nahrungskanales früher still stehen. Legt man z. B. den Dickdarm der jungen Kaninchen auf eine kühle Glasplatte, so schwindet die Reizbarkeit früher, als wenn er in der Unterleibshöhle bleibt. Befeuchtet man die Oberflächen mit warmem Wasser, so verlängert man häufig die Dauer der Empfänglichkeit in sichtlicher Weise.

Ist das Herz bei der Eröffnung der Brusthöhle angeschnitten worden oder überläßt man es sich selbst nach dem Ableben des Thieres, so hört es nach kurzer Zeit zu klopfen auf. Es schlägt sogar oft gar nicht mehr fort. Leitet man dagegen die künstliche Athmung ein und hört nur mit dem Lufteinblasen während der Versuchszeiten selbst auf, so kann man die Beobachtungen die längste Zeit fortsetzen. Ich habe z. B. auf diese Weise die Abhängigkeit der Herzbewegungen von den Einflüssen des Nervensystems ¼ bis 1 Stunde lang in jungen Kaninchen zu prüfen vermocht.

Was die Todesart betrifft, so übt sie ebenfalls einen bedeutenden Einfluß aus. Ich erhielt verhältnißmäßig die günstigsten Ergebnisse, wenn ich Hunde mit einem Stricke erwürgen ließ, oder den Kaninchen ein Rohr in die Luftröhre eindand und durch den Verschluß von jenem die Erstickung herbeiführte. Sind hierbei die rothen Körpermuskeln

---

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1842. 8. S. 372 fgg. u. in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig 1845. 8. S. 592 Band II. S. 504. 505. 612. R. Wagner's Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Leipzig 1843. 8. Seite 511.

[2]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1845. Seite 423 fgg.

in heftige Krämpfe in den letzten Lebensaugenblicken verfallen, so scheint auch ihre Empfänglichkeit früher zu schwinden.

Man hat ferner eingewendet, daß die Eingeweide von dem Rückenmarke, dem verlängerten Marke und von vielen Punkten des großen und des kleinen Gehirns, mithin von fast allen Gegenden des centralen Nervensystems angeregt werden können. Dieß deute schon darauf hin, daß hier keine so einfachen Verhältnisse, wie in den freien Körpermuskeln Statt finden [1]). Das Gleiche kehrt aber für die Muskeln des Rumpfes, der Glieder, für das Zwerchfell und andere Organe ebenfalls wieder. Es ist daher nicht gerechtfertigt, wenn man einen ungleichen Maaßstab in beiden Fällen zu Hülfe zieht. Daß ein großer Theil der übrigen scheinbaren Unterschiede in den Eigenthümlichkeiten der einfachen und der quergestreiften Muskelfasern liege, ist schon §. 2379 fgg. erläutert worden.

Wir wollen nun die verschiedenen Eingeweide der Reihe nach durchgehen, um den Sicherheitsgrad, mit dem ihre Abhängigkeit von den Centraltheilen des Nervensystems bestimmt zu werden vermag, kennen zu lernen.

Das Herz zeigt hier die Wechselfälle, die wir schon S. 426. erwähnt haben. Man erhält die zuverlässigsten Erfahrungen, wenn es unter dem Einflusse des Magnetelektromotors still steht und seine Bewegungen später nach dem Aufhören der Reizung oder bei zu lange fortgesetzter Galvanisirung während derselben beginnen, oder wenn es vorher ruhig war, sich unter dem Einflusse eines bestimmten Reizes verkürzt und in der Folge wiederum ruht oder seinen Rhythmus in sehr auffallender Weise ändert. Es ereignet sich dagegen, daß es einen bestimmten Rhythmus nicht aufgiebt, wenn auch die Nervengebilde, die sonst auf seine Muskelmassen wirken, angeregt werden. Ich habe in dieser Beziehung glücklichere Ergebnisse erlangen können, wenn ich die Bewegungsverhältnisse auf Nebenwegen geändert hatte. Es klopften z. B. nur die Vorkammern eines jungen Kaninchens. Stach ich die Dräthe des Magnetelektromotors zu beiden Seiten des verlängerten Markes ein, so blieb der Versuch völlig erfolglos. Legte ich sie nun an die Querfurche des Herzens, so zog sich auch die rechte Kammer zusammen. Eine Verkürzung von dieser kam jetzt zu wiederholten Malen auf 6 bis 8 Verengerungen der rechten Vorkammer. Wurde hierauf der Versuch an dem verlängerten Marke in der früheren Weise wiederholt, so beschleunigte sich der Herzschlag und es folgte eine Kammerzusammenziehung auf 1 bis 3 Verkürzungen der Vorkammer.

Beobachtet man frühzeitig genug, so kann man in Kaninchen den ähnlichen Stillstand des Herzens, wie im Frosche (§. 4338) erhalten, sobald man den galvanischen Strom durch das verlängerte Mark leitet. Die Vorkammer wird oft hierbei strotzend mit Blut gefüllt und eben so, wie es scheint, die Kammer. Ich sah jedoch hier bis jetzt nicht jenen hohen Grad der Röthe und Ausdehnung, welcher an den Vorkammern des lebenden Thieres auffällt, sei es, daß die Wirkung schwächer blieb, die Vorkammern zu dick und undurchsichtig waren oder daß die Eröffnung des Schädels und der Brusthöhle zu viel Blut gekostet hatte. Es fiel mir ein Mal auf, daß sich die rechte Kranzschlagader und ihre nächsten Verzweigungen merklich gefüllt hatten. Aehnliche Versuche, die ich an Mäusen anstellte, werden uns noch in der Folge beschäftigen. Arbeitet man unter minder günstigen Bedingungen, so kann die Reizung des verlängerten Markes eine Reihe von Zwischenstufen zwischen dem Stillstande und der Beschleunigung der Herzbewegungen vorführen. Prüfte ich z. B. die Verhältnisse einige Minuten nach dem Erstickungstode eines jungen Kaninchens, so standen die Kammern völlig still, während die Vorkammern langsam fortklopften. Wiederholte ich den Versuch einige Zeit später, so erhielt ich das gleiche Ergebniß in dem ersten Augenblicke. Die Kammern fingen aber schon wenige Secunden darauf von Neuem zu schlagen an. Es kam eine Ventrikelzusammenziehung auf 6 bis 7 Vorkammerverkürzungen. Wurden die Dräthe nach einiger Zeit abermals angelegt, so wechselten die Schläge in der Vorkammer und der Kammer ab. Spätere Beobachtungen führten in Einzelfällen zu Beschleunigung des Herzschlages, während andere Versuche völlig erfolglos blieben.

Stach ich die 1 bis 2 Millimeter von einander entfernten Dräthe in die obere Fläche des verlängerten Markes, so erhielt ich bisweilen keine Wirkung. Diese verrieth sich dagegen auf das Sichtlichste, wenn ich die Elektroden in die Seitentheile oder in die Un-

[1]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. II. S. 505.

terfläche in der Nachbarschaft der Nervenwurzeln des 10. und 11. Paares an demselben Präparate eingesenkt hatte.

Man muß sich übrigens vor der feuchten Durchleitung des galvanischen Stromes vorzüglich in Kaninchen in Acht nehmen. Ist der Magnetelektromotor stark geladen, so kann das ausgeschnittene und wieder an seinen Platz gelegte verlängerte Mark ähnlich wie das unversehrte wirken, weil sich die Anregung den Vagusaccessoriuswurzeln mittheilt. Ich erhielt sogar eine sichtliche Beschleunigung oder eine vorher nicht bemerkte Kammerzusammenziehung, wenn ich nur die Dräthe genähert, die Theile selbst aber nicht berührt hatte.

Es kam mir in keinem Falle vor, daß das Herz völlig stillstand, so wie ich die Dräthe des Magnetelektromotors an irgend einen Hirntheil oder an das Rückenmark nach Entfernung des verlängerten Markes angelegt hatte. Senkte ich sie in die Innentheile der linken Großhirnhemisphäre eines wenige Augenblicke vorher erstickten Kaninchens, so klopfte das Herz in einem Falle auf mühsame Weise. Die übrigen S. 462. angeführten Theile und der Hals- oder der Brusttheil des Rückenmarkes führten hin und wieder zu den Merkmalen der Beschleunigung. Die Gefahr der feuchten Durchleitung ist aber vorzüglich am Rückenmarke so groß, daß man in dieser Hinsicht nicht zweifelhaft genug sein kann.

Einige entscheidende Beispiele mögen den Einfluß des Rückenmarkes klarer vor Augen führen. Ich hatte ein junges Albinokaninchen auf die früher geschilderte Weise getödtet und den Kopf in dem Gelenke des Hinterhauptes mit dem ersten Halswirbel losgeschnitten. Die künstliche Athmung wirkte dann nach der Entfernung des verlängerten Markes minder kraftvoll. Wurden die kaum 1 Mm. gegenseitig entfernten Dräthe des mäßig geladenen Magnetelektromotors in den oberen, an dem ersten Halswirbel befindlichen Querschnitt des centralen Nervensystems eingesenkt, so fing das Herz, das vorher ruhig lag, zu klopfen an. Ich legte nun das Rückenmark von dem ersten Hals- bis zu dem achten Brustwirbel bloß. Stach ich die Dräthe in das Rückenmark in der Gegend des fünften Halswirbels oder in der des zweiten Brustwirbels ein, so beschleunigte sich der Herzschlag in unzweifelhafter Weise. Wartete ich, bis sich nur die Vorkammer, nicht aber die Kammern zusammenzogen, so rief jene Reizung eine Verkürzung des sichtbaren Theiles der Ventrikel auf der Stelle hervor. Schnitt ich das Rückenmark aus und legte es wieder an den Platz, so blieb der Erfolg der gleiche, weil noch die Nervenwurzeln angesprochen wurden. Nahm ich dann das Herz heraus und brachte es in die frühere Lage, so hörte alle Wirkung auf. Berührte ich dagegen die aufsteigende Aorta in einer Entfernung von etwa ¾ Centimeter vom Herzen, so zogen sich die Vorkammern und die Kammern, die vorher geruht hatten, auf der Stelle zusammen.

Ein zweiter Versuch fiel noch lehrreicher aus. Ich hatte unmittelbar nach dem Tode die Speiseröhre mit den Vagusstämmen dicht über dem Zwerchfell und alle Weichgebilde des Halses in der Gegend des ersten bis zweiten Halswirbels durchschnitten. Legte ich die 1 Mm. entfernten Dräthe an das Rückenmark in der Höhe des vierten bis sechsten Halswirbels, so gaben sich die früher erwähnten Wirkungen für das Herz auf das Deutlichste zu wiederholten Malen zu erkennen. Die Muskeln des rechten Vorderbeines, der unteren Gegend des Halses und der oberen der Brust zitterten zugleich auf das Lebhafteste. Schnitt ich das Herz aus, legte es an seinen früheren Ort und wiederholte den Versuch, so ließ sich keine Spur von Wirkung in dem Herzen wahrnehmen, während die erwähnten Körpermuskeln in vier Versuchen wie vorher antworteten. Brachte ich die Dräthe an die Aorta 1 Centimeter von dem Herzen entfernt, so klopfte dieses mit sichtlicher Lebhaftigkeit.

Die Speiseröhre der erstickten Kaninchen pflegt ihre Reizbarkeit sehr lange zu bewahren. Diese erhält sich hier in der Regel besser, als in den freien rothen Körpermuskeln und selbst den Baucheingeweiden und dem Herzen. Die einzelnen Muskelbündel zittern häufig unter dem Einflusse der Luft von selbst fort (§. 2332.). Reizt man das verlängerte Mark mit den Dräthen des Magnetelektromotors, so erhält man starke Längen- und Breiteverkürzungen der Speiseröhre. Wurmförmige Bewegungen, wie sie bei dem Schlingen auftreten, sind mir bis jetzt nicht vorgekommen (§. 2332.).

Ich habe ein Mal bemerkt, daß sich die lebhafte Zusammenziehung der Speiseröhre eines Kaninchens bis zu den Ausstrahlungsfasern an der Cardia erstreckte, daß aber der Magen selbst keine Bewegungen machte. Es ereignete sich dage-

gen häufig, daß die Wirkungen in der Speiseröhre und dem Magen gleichzeitig traten oder binnen Kurzem auf einander folgten. Da nun die Erscheinungen, die Magen darbot, möglicher Weise von dem mechanischen Zuge der Speiseröhre herr konnten, so schnitt ich diese in anderen Kaninchen unmittelbar nach dem Tode dicht halb des Zwerchfelles mit oder ohne die anliegenden Vagusstämme durch.

Wird die künstliche Athmung eingeleitet, so droht eine andere Klippe. Hat m Lungen unverletzt gelassen (und nicht mit Nadeln an vielen Punkten durchstochen §. 1187), so dehnen sie sich bei dem Lufteinblasen so bedeutend aus, daß sie das Zw fell vor sich hertreiben, den Magen zu verrücken suchen und nicht selten lebhafte gungen desselben durch diesen mechanischen Reiz anregen. Man muß daher die kün Athmung unterbrechen und sich früher von der völligen Ruhe des Magens überzeu ben, ehe man die Centraltheile mit den Drähten des Magnetelektromotors angreift.

Ich entfernte das große und das kleine Gehirn einer durch Erhenken getödteten din, so daß der Hauptschnitt die Gegend der Brücke durchsetzte. Senkte ich nun die the des Magnetelektromotors in die Schnittfläche ein, so bildeten sich fingerbreite, kleinen nach der großen Curvatur gerichtete Furchen in dem schon vor der Abtragu Gehirns bloßgelegten Magen, der sich vorher völlig ruhig verhalten hatte. Ließ m Magnetelektromotor einige Zeit durchschlagen, so erzeugte sich eine sehr lebhafte sche Bewegung nach dem Pförtner. Entfernte man die Drähte, wartete, bis Alles war und wiederholte die frühere Reizung, so kehrten auch die Einschnürungen nicht immer an den gleichen Stellen) und die Wurmbewegungen wieder. Diese Er tung ließ sich im Ganzen vier Mal mit demselben Erfolge wiederholen.

Legte ich die Leitungsdrähte an die Seitenflächen des verlangerten Markes Kaninchen, so erhielt ich häufig tiefe Furchen, Wurmbewegung oder oberflächliche K lungen nach Maaßgabe der Empfänglichkeitsverhältnisse (S. 427). Die peristaltisch wegung trat an der Pförtnerhälfte des gefüllten Magens hervor. Sie fehlte nicht, selbst die herumschweifenden Nerven mit der Speiseröhre durchschnitten waren. die Beobachtung einige Zeit später an demselben Thiere wiederholt, so bildeten sich selungen in der Magenhaut. Hatte ich das verlängerte Mark in einem anderen K chen entfernt, und stach die 1 bis 2 Mm. wechselseitig abstehenden Drähte in das mark ein, so erzeugten sich Runzelungen an dem Blindsacke und Einschnürungen Pförtnertheile des Magens. Setzte ich die Elektroden in den rechten, den linken ten Körper oder in die eine der beiden Hemisphären des großen Gehirns anderer K chen, so erhielt ich Einschnürungen oder Wurmbewegung im Magen. Diese bis kete auch mechanische Verletzungen des kleinen Gehirns und der Sehhügel in Versuchen. Die eben genannten Theile wirkten aber noch lebhafter auf die Därme.

Oeffnet man die Unterleibshöhle eines frisch getödteten Kaninchens, so ruft der Luft zu sehr lebhaften Wurmbewegungen der dünnen (Gedärme, die sich weiter verbreiten, sich oft an früheren Stellen wiederholen und in der Regel anhalten. Die dicken Gedärme werden bisweilen, jedoch im Ganzen seltener ebenso ruhig. Der Magen bietet die gleichen Erscheinungen in den wenigsten Fällen dar man das Thier unsanft umgewendet oder eine Stelle des Magens, des dünnen oder dicken Darmes bei der Trennung der Bauchdecken zusammengedrückt oder gequetscht den sich die Bewegungen sehr leicht ein. Man kann die Wirkungen der Luft zeigen, wenn man die Bauchmuskeln ohne Verletzung des Bauchfells in einer größeren Ausdehnung bloßlegt und die durchschimmernden Gedärme auf diese Weise zur Anschauung bringt. Hat man aber die geringste Oeffnung im Bauchfelle gemacht, die darunter liegenden Eingeweide mit der Pincette gefaßt oder sich überhaupt eine Erschütterung zu Schulden kommen lassen, so beginnt in der Regel die Wurmbewegung, die man der Reinheit des Versuches wegen zu vermeiden suchte. Eine lebhafte Peristaltik des Pförtnertheils des Magens kann sich ebenfalls auf den Zwölffingerdarm und den Dünndarm fortpflanzen.

Ich ließ die künstliche Athmung in einem frisch getödteten Meerschweinchen eintreten und trennte dann mit Muße die Bauchmuskeln so los, daß die dünnen Gedärme durch das unversehrt gebliebene Bauchfell durchschimmerten. Nun wurde das kleine Gehirn gemacht. Die Eingeweide blieben vollkommen ruhig. Stach ich aber in die Haut und vorzüglich in den Wurm des kleinen Gehirns mit einem Messer ein, so entstand der Stelle ein wahrer Sturm von peristaltischen Bewegungen in den dünnen Gedärmen

Noch besser gelang dieser Versuch an vier jüngeren Katzen. Ich machte hier z. B. das Gehirn des durch Erstickung getödteten Thieres zuerst frei, löste dann einen Theil der linken schiefen Bauchmuskeln los und hob hierauf den linken geraden Bauchmuskel mit einem Skalpellstiele vorsichtig ab, um ihn zuletzt gänzlich zu entfernen. Ich konnte auf diese Weise eine Strecke des Bauchfelles neben der weißen Linie ohne die geringste Verletzung bloßlegen. Der durchschimmernde Theil des Dünndarmes zeigte keine Spur von Bewegung. Wurden die Großhirnschenkel oder das kleine Gehirn gereizt, so fand sich die Peristaltik auf der Stelle ein. Die Ruhe trat wieder einige Zeit darauf hervor. Ich wiederholte die Reizung von Neuem und die Wurmbewegung kehrte zum zweiten Male wieder. Diese Beobachtung ließ sich in glücklichen Fällen an einem und demselben Thiere oft anstellen. Die Verkürzung folgte der Reizung der centralen Nervengebilde eben so rasch, als in freien rothen Muskeln nach (§. 2377.).

Wählt man Thiere, in denen die Luft minder lebhafte Wurmbewegungen hervorruft (wozu sich in der Regel Hunde und Katzen besser als Kaninchen eignen), so kann man sich bei völlig geöffnetem Unterleibe häufig überzeugen, daß die Reizung der S. 462. genannten Centraltheile die schon vorhandene Wurmbewegung lebhafter macht oder den ruhenden Dünndarm in Thätigkeit versetzt. Der Gebrauch des Magnetelektromotors bestättigt auch hier, was einfachere mechanische, chemische oder galvanische Reize früher lehrten.

Wir haben §. 4343 gesehen, daß die Anregung eines der beiden Halsstämme des herumschweifenden Nerven Wurmbewegungen der dünnen Gedärme zur Folge zu haben vermag. Da sich nun die Verkürzung von diesen, wenn sie einmal an einem Orte eingeleitet worden, von Stelle zu Stelle fortpflanzt (§. 2385), so könnte man auf den Gedanken kommen, daß der herumschweifende Nerv, wenn er durch die Reizung der Hirntheile in Thätigkeit versetzt wird, einen einzelnen Punkt bewegt, und daß das Uebrige nur eine Nebenfolge dieser Wirkung darstellt. Bedenken wir aber, daß der gesonderte Halstheil und der obere Brusttheil des Rückenmarkes enthaupteter Thiere die Wurmbewegung der dünnen Gedärme hervorzurufen im Stande ist, so verliert schon jene Ansicht ihre Grundlage. Eine andere Versuchsweise kann sie ebenfalls entkräftigen.

Hatte ich den linken herumschweifenden Nerven eines jungen Kaninchens oberhalb seines zweiten Knotens ausgerissen und den rechten in der Mitte des Halses durchschnitten, so erhielt ich dessenungeachtet die lebhafteste Wurmbewegung der durch das unverletzte Bauchfell hindurchschimmernden dünnen Gedärme, so wie ich die feinen Dräthe des Magnetelektromotors in das kleine Gehirn gegen das verlängerte Mark hin einstieß. Die gleiche Reizung des verlängerten Markes führte zu demselben Ergebnisse in einem zweiten Kaninchen, dessen Speiseröhre dicht oberhalb des Zwerchfelles mit den anliegenden Vagusstämmen losgetrennt worden war.

Man kann sich häufig überzeugen, daß der Einfluß des Rückenmarkes die Wurmbewegung der dünnen Gedärme lebhafter macht. Ich will daher nur einen Versuch, der ein eigenthümliches Verhalten in dieser Hinsicht darbot, ausführlicher erwähnen. Ich hatte den Kopf des Kaninchens unmittelbar nach dem Tode abgeschnitten und das Rückenmark bis zu dem untersten Brusttheile bloßgelegt. Stach ich die dünnen, ungefähr 1 Mm. wechselseitig entfernten Dräthe des Magnetelektromotors in das Rückenmark in der Gegend des zweiten Brustwirbels, so bewegte sich nicht nur der Dünndarm, der bisher ziemlich ruhig war, auf das Lebhafteste, sondern es bildeten sich zahlreiche blasige Auftreibungen, die durch verengte cylindrische Stellen wechselseitig getrennt waren, wie sie §. 2407 aus dem Nahrungskanale des Frosches beschrieben worden. Hörte die Wirkung des Magnetelektromotors auf, so wurde auch der Darm binnen Kurzem cylindrisch. Die Wurmbewegung dauerte dagegen mit immer abnehmender Heftigkeit für längere Zeit fort.

Die dicken Gedärme führen insofern zu entscheidenderen Ergebnissen, als sie häufig trotz des Einflusses der Luft ruhig bleiben und erst in Folge der Nervenreizung in Thätigkeit gerathen. Sie bieten dafür einen anderen Nachtheil dar. Ihre Empfänglichkeit leidet eher unter dem Einflusse des Erkaltens, als die der dünnen Gedärme. Dieses gilt vorzugsweise von jungen Kaninchen, weniger schon von vielen Hunden, Katzen und Pferden. Es gehört nicht zu den Seltenheiten, daß die Dickdarmbewegungen schon nach dem einfachen, mechanischen oder chemischen Anspruche der S. 462. angeführten Theile auftreten. Die entscheidensten Versuche liefern diejenigen Fälle, in denen alle übrigen Abschnitte des Nahrungskanals vorher und nachher ruhten. Dieses war z. B. in einem

Hunde, in dem ich das große, das kleine Gehirn und das verlängerte Mark entfernt hatte, der Fall. Berührte ich nun den obersten Theil des Rückenmarkes mit den Drähten des Magnetelektromotors, so entstand eine lebhafte Wurmbewegung an der Uebergangsstelle des Grimmdarmes in den Mastdarm. Die übrigen Eingeweide und die freien Körpermuskeln dagegen blieben vollkommen ruhig.

Budge [1]) giebt an, daß man keine Bewegungen des Blinddarmes der Kaninchen nach der Trennung der beiden Vagusstämme von dem verlängerten Marke aus anzuregen vermag. Ich bin nicht im Stande, dieser Ansicht beizutreten. Hatte ich die Speiseröhre mit den anliegenden herumschweifenden Nerven durchschnitten, so blieben deshalb die Erfolge, welche der Anspruch des verlängerten Markes oder des Streifen- und Sehhügels nach sich zogen, nicht aus. Ich hatte die Speiseröhre mit den Vagusstämmen und überdies die Halstheile der herumschweifenden Nerven in einem Falle unmittelbar nach dem Tode getrennt. Stach ich die Dräthe des Magnetelektromotors, so wie ich den Schädel geöffnet, in den Mitteltheil des kleinen Gehirns, so geriethen der Blinddarm und der Dickdarm, die bisher völlig geruht hatten, in die lebhafteste Wurmbewegung.

Der Mastdarm bietet sehr günstige Bedingungen in vielen Fällen dar. Seine Empfänglichkeit erhält sich häufig längere Zeit. Die Bewegungen fallen oft sehr ergiebig aus. Sie bestehen in einer merklichen Peristaltik, die nicht selten die Kothballen der Kaninchen sichtlich forttreibt oder auch nur über sie hinweggeht, in einem auf- und abgehenden Stoßen oder in beiden Verhältnissen zugleich. Schreitet man erst zur Untersuchung des Rückenmarkes, nachdem man sich lange Zeit mit der Prüfung der übrigen Hirngebilde aufgehalten hat, so ist nicht selten der Mastdarm der einzige Theil, der den Anspruch des Magnetelektromotors mit lebhaften Verkürzungen beantwortet.

Die Harnblase wechselt in ihrem Verhalten in hohem Grade. Ist sie auch mit Urin gefüllt, so entleert sie diesen in einzelnen Thieren nur theilweise oder gar nicht, man mag die Beobachtungen noch so oft an den verschiedensten Stellen des centralen Nervensystems wiederholen. Es kam mir hierbei vor, daß die Blase in einzelnen Fällen verschlossen blieb und daß es eines beträchtlichen Druckes bedurfte, um den Urin künstlich herauszutreiben. Es ereignete sich dagegen in anderen, daß sich die Wandungen der Blase trotz der verschiedensten Reizungen der Centraltheile ruhig verhalten hatten und kein Tropfen Urin entleert worden war. Es bedurfte aber nur des leisesten Druckes, damit die Flüssigkeit in einem Strahle zur Harnröhre hervortrat, zum Beweise, daß hier ein weit lockerer Verschluß von vorn herein vorhanden war oder daß die Schließmuskeln der Blase im Laufe der Beobachtungszeit nachgegeben hatten. Andere Thiere führen zu anderen Störungen. Die Luft oder die geringste mechanische Anregung erzeugt hier lebhafte Bewegungen in den Blasenwänden. Das Wühlen dauert noch nach dem Aufhören des Reizes lange fort. Hat man aber ein Thier, in dem keine der genannten Möglichkeiten hindernd eingreift, so kann man sich durch einfache Reize oder mit Hilfe des Magnetelektromotors leicht überzeugen, wie sehr die Bewegungen der Blase von den S. 462 genannten Gebilden bestimmt zu werden vermögen.

Was den Harnleiter betrifft, so haben mich erst die mit dem Magnetelektromotor angestellten Versuche auf die hier in Betracht kommenden Thatsachen aufmerksam gemacht. Ludwig [2]) hat im Meerschweinchen bemerkt, daß sich der Harnleiter durch den Reiz der Luft zusammenzog und daß diese Bewegungen nach bestimmten Pausen von selbst wiederkehrten. Ich sah etwas Aehnliches in seteneren Fällen in jungen Kaninchen. Der Harnleiter verengte sich aber dann langsam und in sehr geringem Grade. Diese Erscheinung kann mit den Folgen, welche die elektrische Erregung der Centraltheile des Nervensystems bedingt, nicht im Entferntesten verwechselt werden. Es eilt nämlich dann eine große und kräftige Welle längs des Harnleiters von dem Nierenbecken nach der Blase hinab. Sie kann diese erreichen oder auch schon früher verschwinden. Der Harnleiter macht eine starke Schlangenbiegung, die im Augenblicke hinabgeht. Er verhält sich dagegen vor und nach dem Versuche vollkommen ruhig. Da er im Kaninchen am Einfachsten an der linken Seite freigelegt wird, indem man die Eingeweide nach rechts hin-

[1]) Budge, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abtheilung 1. Braunschweig 1848. 8. S. 422.

[2]) Ludwig, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Leipzig 1845. 8. Seite 639.

überschlägt, so habe ich auch die meisten Beobachtungen nur an dem linken Harnleiter und nicht an dem in der Nachbarschaft der großen Gefäße verlaufenden Ausführungsgange der rechten höher gelegenen Niere angestellt. Ich fand jedoch auch z. B., daß dieser seine kräftige Welle bildete, sowie ich die Grenze des verlängerten Markes und des Rückenmarkes an dem hinteren Ende des vierten Ventrikels ansprach.

Es gehört keineswegs zu den Seltenheiten, daß sich der linke Harnleiter ein- bis dreimonatlicher Kaninchen durch die Reizung des Rückenmarkes, des verlängerten Markes, des kleinen Gehirns oder des Sehhügels bewegt. Von acht Thieren, in denen ich diese Erscheinung ins Auge faßte, lieferten drei die Wellen des linken Harnleiters nach der Erregung des verlängerten Markes, eins nach der des kleinen Gehirns und eins nach der des rechten Sehhügels, eins endlich ergab die Wellen für beide Harnleiter, wenn man die Grenze des verlängerten Markes und des Rückenmarkes oder dieses in der Gegend des sechsten Brustwirbels ansprach. Nur zwei führten zu gar keinem positiven Ergebnisse. Man kann die Beobachtung unter günstigen Verhältnissen an einem und demselben Geschöpfe mehrere Male wiederholen. Ich hatte z. B. die Dräthe des Magnetelektromotors zu beiden Seiten des verlängerten Markes angelegt. Der Harnleiter trieb eine kräftige Welle nach abwärts und blieb dann vollkommen ruhig, als die elektrische Reizung unterdeß aufgehoben worden war. Wurde sie wiederholt, so ging eine starke Welle von Neuem nach abwärts. Dieser Versuch ließ sich dreimal hintereinander mit dem gleichen Erfolge anstellen. Wenn ich aber den Harnleiter selbst in den meisten dieser Versuche unmittelbar nach dem glücklichen Erfolge mit den Dräthen berührte, so erhielt ich keine Wellenbewegung. Ich muß überdies noch bemerken, daß die benachbarten Muskeln ruhig blieben, wenn jene in Folge der Nervenreizung zu Stande kam.

Die Wellen des Harnleiters treten wiederum im Augenblicke der Reizung und nicht nach einer irgend auffallenden Zwischenzeit hervor. Sie scheinen eine Verkürzung der Blase unter günstigen Verhältnissen nach sich ziehen zu können. Es kam mir wenigstens ein Mal vor, daß die Harnblase während der Dauer der elektrischen Einwirkung keine Veränderung darbot, daß aber die wühlenden Bewegungen später, nachdem die Harnleiterwelle hinabgeeilt war, anfingen.

So leicht der Harnleiter in Thätigkeit versetzt wird, so hartnäckig widerstehen die Gallenblase und der Gallenausführungsgang (§. 2434). Ich faßte diese Gebilde in fünf jungen Kaninchen theils unmittelbar nach dem Tode, theils später ins Auge, ohne je irgend eine Spur von Wirkung eines Centraltheils des Nervensystems mittelst des Magnetelektromotors erreichen zu können. Budge [1]) bemerkte in einem Falle in der Katze, daß der Gallengang nach der einfachen Reizung des linken Streifenhügels auf- und abging.

Will man sich von den Erscheinungen, welche der Samenleiter, die Eileiter und die Gebärmutter darbieten, überzeugen, so muß man ältere Thiere wählen. Junge führen hier fast nie zum Ziele. Der Samenleiter bildet rasch dahin eilende Wellen. Die Eileiter und die Gebärmutter liefern eine Wurmbewegung, welche mit der des Dünndarmes in hohem Grade übereinstimmt. Zermalmt man das Rückenmark von Meerschweinchen, so kann man Samenergießung, der häufig keine merkliche Umfangsveränderung des Gliedes vorangeht, erhalten [2]).

Man findet bisweilen, daß sich die Kreuzungswirkungen der Hintertheile für die zu solchen Untersuchungen geeigneten Stücke der Baucheingeweide wiederholen. Der rechte Sehhügel wirkte in einzelnen Versuchen auf den linken Harnleiter, und die rechte Halbkugel des kleinen Gehirns auf den linken Samen- oder den linken Eileiter. Man kann jedoch auch das Entgegengesetzte beobachten. Es kam mir z. B. in einem Kaninchen vor, daß sich der rechte Samenleiter bewegte, so wie ich die rechte, und der linke, so wie ich die linke Halbkugel des kleinen Gehirns ansprach. Diese Erscheinungen ließen sich mehrere Male mit dem gleichen Erfolge wiederholen. Trennte ich den Wurm in zwei Hälften, so bewegten sich beide Eileiter oder nur einer von ihnen. Die Gebärmutter zeigt in der Regel eine größere Trägheit, als die Fallopischen Röhren.

Da die Reizung des Rückenmarkes geköpfter Säugethiere die Bewegungen der Ein-

[1]) J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft II. S. 35.
[2]) Ségalas, in dem Bulletin de l'Académie de médicine. Tome IX. Paris 1844. 8. pag. 1124.

geweide hervorrufen kann, so folgt schon von selbst, daß die Bahnen, auf denen sich die Wirkung fortpflanzt, in den Verbindungsfäden, die sich zwischen dem Rückenmarke und dem Grenzstrange des sympathischen Nerven hinziehen, liegen müssen. Die Versuchsreihe, mit der ich meine über diesen Gegenstand vorgenommenen Prüfungen begann, erhärtete das Gleiche auch unmittelbar. Ich griff die Rückenmarkswurzeln theils unmittelbar, theils mittelst des S. 362 Fig. 343 c. abgebildeten größeren Neurotoms an. Fasse ich nun die Ergebnisse der positiven Erfahrungen, die ich an einer ausgedehnten Reihe frisch getödteter Säugethiere (Pferd, Schaaf, Kaninchen, Meerschweinchen, Hund und Katze) gemacht hatte, zusammen, so schloß ich, daß die (Vagus-) Accessoriusursprünge und die Wurzeln der obersten Halsnerven auf das Herz, die der untersten Halsnerven und im Schaafe die der obersten Brustnerven auf den Magen, die der Rücken- und Lendennerven auf den Darm, die der Lenden- und der Heiligbeinnerven auf den Harnleiter, die Blase, den Samenleiter, die Eileiter und die Gebärmutter wirken können [1]). Wenn ich die Verkürzungen der Speiseröhre von den (Vagus-) Accessoriuswurzeln und den Halsnerven ableitete, so haben nachfolgende Beobachtungen ergeben, daß dieser Theil des Nahrungskanals nur von den Nervenfäden, die in dem herumschweifenden Nerven verlaufen, bestimmt wird [2]).

Ich suchte später noch auf anderem Wege zu erhärten, daß die tieferen Theile des Rückenmarkes und die hier liegenden Nervenwurzeln die Bahnen liefern, auf denen z.B. die das verlängerte Mark treffenden Anregungen fortgepflanzt werden. Ich legte das Gehirn und das Rückenmark von dem zweiten Brustwirbel bis zum Becken in einem unmittelbar vorher getödteten Kaninchen bloß. Die Blase und der Mastdarm waren indess in Bewegung gerathen. Hatten sie sich wieder beruhigt, so stach ich ein Messer in die vorderen Vierhügel tief ein. Die Blase zog sich dann sehr stark und der Mastdarm schnell zusammen. Ich durchschnitt hierauf die hinteren Wurzeln der beiden letzten Brust- und der Lendennerven. Stach ich von Neuem in die vorderen Vierhügel, so kehrten die Verkürzungserscheinungen in der Blase und dem Mastdarm wieder. Trug ich hierauf die Halbkugeln und den Wurm des kleinen Gehirns ab, so kamen anhaltende Bewegungen der Blase und ziemlich lebhafte Verkürzungen des Mastdarmes abermals zum Vorschein. Ich wiederholte dann die Versuche noch mehrere Male an den Vierhügeln und deren Unterlagsgebilden mit dem früheren Erfolge. Nun wurde endlich der unterste Theil des Bruststückes und die Lendenabtheilung des Rückenmarkes zerstört. Keine Reizung der Hauben und der Grundtheile der Hirnschenkel war mehr im Stande, Blase und Mastdarm in Bewegung zu setzen. Wir sehen hieraus, daß erst die Verletzung des Rückenmarkes und der an ihm haftenden vorderen Wurzeln, nicht aber die Trennung der hinteren den Einfluß der Hirntheile vernichtete.

Eine andere von Schiff [3]) hervorgehobene Thatsache unterstützt noch die Anschauungsweise, nach der das Gehirn die Zustände der Baucheingeweide in hohem Grade bestimmen kann. Läßt man nämlich Kaninchen, denen man einzelne Hirngebilde zerstört oder durchschnitten hat, fortleben, so findet man oft später in der Leiche, daß das Hirn keine beträchtlichen Ernährungsstörungen darbietet, daß diese dagegen in den Verdauungswerkzeugen in auffallender Weise hervortreten. Waren der Balken und die unter ihm liegenden Gebilde getrennt worden, so erschien eine reichliche Menge einer gelben Flüssigkeit in dem Zwölffingerdarm, dem Dünndarm und bisweilen selbst in dem Magen und dem Dickdarm. Eine ähnliche Masse war auch schon während des Lebens mit dem eingetretenen Durchfalle und, was sonst bei Kaninchen fast nie vorkommt, durch Erbrechen entleert worden [4]). Hatte Schiff [5]) den einen Großhirnschenkel durchschnitten, so wurde der Koth drei bis vier Tage später schleimigter und flüssiger. Er enthielt später Blutmassen. Drückte man auf den Unterleib, so hörte man das Kollern in den Gedärmen. Der Harn wurde allmählig sauer und führte Spuren von Eiweiß. Diese Veränderung

[1]) De functionibus nervorum. p. 65.
[2]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1840. S. 506 und 1845. S. 411. 412.
[3]) M. Schiff, De vi motoria baseos encephali. Bockenhemii 1845. 8. pag. 39 sqq. Vergl. auch J. Henle, Handbuch der rationellen Pathologie. Zweite Aufl. Bd. I Braunschweig 1846. 8. S. 193. 94.
[4]) Repertorium. Bd. VI S. 364.
[5]) Schiff. a. a. O. p. 41 — 44.

s sonst alkalischen Urines bildete ein Zeichen des herannahenden Todes. Die Leichenfnung lehrte dann, daß einzelne Stellen der Magenschleimhaut dunkel gefärbt und ereicht, manche Stücke des übrigen Nahrungskanales, die Nieren und die Eileiter auffalnd geröthet waren. Die Schleimhaut der dünnen Gedärme hatte sich an verschiedenen unkten erweicht. Geronnene Blutmassen fanden sich hin und wieder in vielen Gekrösefäßen. War der eine Sehhügel verletzt worden, so beschränkten sich die erwähnten eränderungen mehr auf den Magen und die oberen Theile der dünnen Gedärme. Die efäße der Eileiter waren bisweilen übermäßig angefüllt [1]). Kaninchen und Meerweinchen, denen der dreigetheilte Nerv in der Schädelhöhle durchschnitten worden war nd die den Eingriff acht bis zehn Tage zu überleben pflegten, boten eine auf den Zwölfngerdarm und einzelne Stellen des Krummdarmes beschränkte Darmentzündung als das nzige sichtliche Merkmal dar, aus dem der Eintritt des Todes erklärt werden konnte [2]).

Eine Reihe häufig vorkommender Erscheinungen kann die Einflüsse, welche das cenale Nervensystem auf die Brust- und Baucheingeweide ausübt, deutlich anzeigen. Hierer gehören die Wirkungen der Gemüthsstimmung auf das Herz, die brennenden Empfindungen im Magen, die ungewöhnlichen Gelüste und die Aufblähung der Eingeweide er Hysterischen, das galligte Erbrechen nach Kopfverletzungen, die regelwidrige Wurmewegung, der Durchfall oder der Stuhlzwang nach Schreck, Aerger oder Kummer, vielicht auch die Darmverschwärung der Nervenfieberkranken, die heftigen Coliken von Menhen, die an Metallvergiftungen, vorzüglich an Bleivergiftung leiden, der plötzliche Abng von Harn in nervenschwachen Frauen, die von den Gefühlen des Mitleides oder n Schreck bewältigt werden, die krampfhafte Steifung des männlichen Gliedes und die nwillkührlichen Samenverluste bei Rückenmarksleiden.

Vögel. — Hatte ich eine ältere Taube mit Aether betäubt, das Gehirn bloßgelegt nd die Brusthöhle geöffnet, so stand das Herz im Anfange still, so wie ich die 1—2 Mm. egenseitig entfernten Dräthe des Magnetelektromotors in das verlängerte Mark oder in en Uebergangstheil in das Rückenmark in der Gegend des ersten Halswirbels einsenkte. Wiederholte ich aber die Beobachtungen einige Zeit später, so hob die Elektrisation des erlängerten Markes den Herzschlag nicht mehr auf. Stach ich im Anfange die Dräthe n den Mittelntheil des kleinen Gehirns, so klopfte nur das Herz mühsamer und unregelmäßig fort.

Frösche. — Ed. Weber und Budge haben hier zuerst bemerkt, daß man das Herz zum Stillstand bringen kann, wenn man die Dräthe der Rotationsmaschine zu beiden Seiten des verlängerten Markes anlegt (§. 4338.). Der Versuch gelingt so leicht, daß man ihn wohl kaum an einem lebenden Frosche vergebens anstellen wird. Führt man die elektrischen Schläge zu lange durch, so beginnt das Herz von Neuem zu klopfen. Ist kein bedeutender Blutverlust vorangegangen, so füllt sich das Herz strotzend mit Blut. Hat man dagegen die großen Blutadern vorher durchschnitten, so ruht das Herz ebenfalls. Es erscheint aber nicht, wie sonst, prall gefüllt und dunkelroth, sondern platt und blaß [3]). Arbeitet man unter minder günstigen Verhältnissen an dem passend enthaupteten Thiere, so kann man wiederum Stillstand der Kammern und Thätigkeit der Vorkammern, mühsame Bewegungen einzelner Herztheile, Verzögerung, Beschleunigung oder gar keine auffallende Veränderung des Rhythmus der Herzschläge erhalten.

E. H. und Ed. Weber [4]) schlossen aus ihren Versuchen, daß der Bezirk des centralen Nervensystems, durch den der Stillstand des Froschherzens herbeigeführt wird, von den Vierhügeln bis zum hinteren Ende der Schreibfeder reicht. Budge [5]) sah in einem Falle die Wirkung schon nach dem Aufspruche der Großhirnhemisphäre auftreten. Die Vierhügel führen nach ihm zu keinem so plötzlichen Stillstande, als das verlängerte Mark.

---

[1]) Schiff, in Roser und Wunderlich's Vierteljahrsschrift. Stuttgart 1846. 8. Seite 677. 78.

[2]) Schiff, De vi motoria etc. pag. 45.

[3]) Budge, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abtheilung 1. Braunschweig 1848. 8. S. 415. Schiff, in Griesinger's Sechswochenschrift. Bd. VIII. Stuttgart 1849. 8. S. 207 fgg.

[4]) Ed. Weber, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abth. 2. Braunschweig 1846. 8. S. 44.

[5]) Budge, in Roser und Wunderlich's Vierteljahrsschrift. Bd. V. 1846. 8. S. 586.

Tiedemann [1]) fand endlich, daß nur das verlängerte Mark und das kleine Gehirn nicht aber die Vierhügel den Herzschlag aufhoben. Die Versuche, die ich an frisch eingefangenen und meist sehr großen grünen Grasfröschen anstellte, führten mich zu Ergebnissen, welche den größten Theil dieser scheinbaren Widersprüche beseitigen dürften.

Fig. 349.

Waren die beiden dünnen Dräthe des Magnetelektromotors in ¼ bis 1 Mm. wechselseitig entfernt, daß eine fernere Mittheilung des elektrischen Stromes auf diesem Wege beseitigt wurde (S. 404.), so stand das Herz in keinem Falle still, wenn ich die Geruchlappen oder die Hemisphärenlappen (*A* Fig. 349.) angesprochen hatte. Der Verlust dagegen, der dieses Ergebniß in Einzelfällen lieferte, umfaßte die Sehlappen (zwischen *A* und *B*)., die Vierhügel (*B*), das Rudiment des kleinen Gehirns (*D*) und das ganze verlängerte Mark (*E* und zwar von *D* bis *F*.). War aber das Thier durch den vorangegangenen Blutverlust irgend erschöpft, so zeigten sich hierbei die deutlichsten Unterschiede. Die Sehlappen versagten so leicht, daß es mir sehr wahrscheinlich wurde, daß die Wirkung, wenn sie zu Stande kam, nur von der Durchleitung in die Vierhügel abhing. Diese wirkten aber offenbar schwächer, als das verlängerte Mark und das unmittelbar mit ihm verbundene Kleinhirnrudiment. Es ereignete sich, daß die zuletzt genannten Gebilde den anhaltenden Stillstand des Herzschlages auf der Stelle herbeiführten, während die Vierhügel keine merkliche Veränderung hervorriefen oder höchstens die Zusammenziehungen des Herzens beschleunigten. Es kam in anderen Fällen vor, daß der Herzschlag nur einen Augenblick ruhte oder von vorn herein bloß mühsam erschien, während der Anspruch des verlängerten Markes unzweifelhaft kräftiger eingriff. Wir sehen mit einem Worte, daß das verlängerte Mark (und das mit ihm verschmolzene Kleinhirnrudiment) einen stärkeren Einfluß, als die Vierhügel ausüben. Bedenken wir aber, daß die herumschweifenden Nerven an der Mitte des verlängerten Markes hervortreten (9 Fig. 348. S. 454), so bekräftigt sich hier das in der Folge noch zu bestätigende Gesetz, daß diejenigen Gegenden des centralen Nervensystems, welche in Nachbarschaft der Eintrittsstellen eines Nerven liegen, die Bewegungswirkungen desselben am Leichtesten und Lebhaftesten bedingen können.

Der Magen und der Darm des Frosches verhalten sich meistentheils so träge, vorübergehende mechanische Reizungen des centralen Nervensystems keine Bewegungen erzeugen pflegen. Ich habe sogar das Rückenmark mit einem glühenden Drathe zerstört, ohne daß sich die geringste Regung im Nahrungskanal kund gab. Der Gebrauch des Magnetelektromotors führt aber auch hier nicht selten zu anderen Ergebnissen. Ich beobachtete dann bisweilen die lebhaftesten Wurmbewegungen im Magen und Darm durch den Anfang der Vierhügel des verlängerten, und des Rückenmarkes und die des Dünndarmes, des Afters und des Mastdarmes durch die Reizung des Rückenmarkes allein. Die Harnblase und die Eileiter lieferten nie ersprießliche Ergebnisse. Jene legte sich höchstens in Falten, fiel dagegen nie in so lebhafte Wellenbewegungen, wie die Harnblase der Säugthiere.

Die Verhältnisse der Lymphherzen haben zu mannichfachen Widersprüchen Veranlassung gegeben. Volkmann [2]) glaubte hier Thatsachen gefunden zu haben, welche die Selbstständigkeit des Gangliensystems physiologisch nachwiesen. Zerstört man das Rückenmark oder die vorderen Wurzeln in der Gegend des dritten Wirbels, so stehen nach ihm die vorderen Lymphherzen plötzlich zu klopfen auf. Verfährt man in der Gegend des achten Wirbels in ähnlicher Weise, so erhält man die gleichen Ergebnisse für die hinteren Lymphherzen. Man bemerkt höchstens ein Muskelflimmern, das nie über eine Viertelstunde in den vorderen und nie über ein Paar Minuten in den hinteren Lymphherzen anhält. Das Blutgefäßherz schlägt dagegen nach der Zerstörung des centralen Nervensystems geraume Zeit fort. Es hat daher seine nervösen Centralwerkzeuge in sich und zwar in den Ganglien, die in ihm vorkommen, während die Lymphherzen, in denen auch breite Nervenfasern verlaufen, ihre Bestimmungsglieder im Rückenmarke finden. Es steht deßhalb die Bewegung von diesen mit der Zerstörung des entsprechenden Abschnittes des Rückenmarkes unwiederbringlich still.

---

[1]) Fr. Tiedemann, in Müller's Archiv. 1847. S. 498.
[2]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1844. S. 419 — 29.

Fasse ich meine früheren Beobachtungen zusammen, so ergab sich, daß die Unthätigkeit des Rückenmarkes zwar einen wesentlichen Einfluß auf die Bewegung der Lymphherzen ausübt, daß diese dann plötzlich zusammenfallen, daß sie aber dessenungeachtet noch viele Stunden von selbst fortklopfen und durch mechanische Reize zu anhaltenden Schlägen angeregt werden können [1]). Das Rückenmark regulirt daher die Bewegungen als Ganzes. Das selbstständige Fortschlagen dagegen ist auch nach der Entfernung aller Centraltheile des Nervensystems noch für eine geraume Zeit möglich gemacht. Panizza fand in seinen Untersuchungen, daß die Lymphherzen nach der Zerstörung des Rückenmarkes plötzlich still standen, später von Neuem klopften, sich aber drei Stunden nach dem Eingriffe für immer beruhigten. Schiff hat sich ebenfalls überzeugt, daß die Entfernung der Centraltheile des Nervensystems den Schlag der Lymphherzen unregelmäßig machte, nicht aber sogleich beseitigte. Eine von mir angestellte neuere Beobachtungsreihe führte zu ähnlichen Ergebnissen.

Nehmen wir zunächst die hinteren Lymphherzen, die sich zu solchen Versuchen am Besten eignen, ins Auge, so sieht man, daß sie im Ganzen fortklopfen, so lange das Rückenmark unversehrt ist. Zerstört man dieses dagegen in seinem hintersten Endtheile, so fällt die früher während der Diastole ausgedehnte Blase plötzlich zusammen. Es ereignet sich, daß der Schlag einen Augenblick oder einige Zeit ruht. Er beginnt aber oft später von Neuem unter veränderten Verhältnissen. Das Herz ist minder gefüllt. Es zerfällt überdies in mehrere, gegenseitig zum Theil abgeschnürte Stücke, die sich nach einander zusammenziehen. Die eine Abtheilung hat oft schon ihre Systole begonnen oder selbst größtentheils vollendet, wenn die andere die ihrige erst anfängt. Man bemerkt häufig zwei oder drei, seltener eine größere Menge solcher Bruchstücke. Das hintere pflegt sich zuerst zu verkürzen. Diese Schlagweise der Lymphherzen kann dann viele Stunden von selbst fortdauern. Hat sie aufgehört, so stößt man auf einen Uebergangszustand, in dem jede irgend kräftige mechanische Reizung das oben beschriebene Klopfen von Neuem hervorruft. Dieses überdauert wiederum die erste Anregung kürzere oder längere Zeit. Ruht Alles, so kann häufig ein zweiter mechanischer Reiz den gleichen Erfolg nach sich ziehen. Schwindet die Empfänglichkeit noch mehr, so erhält man den Wechselfall, daß sich die Schläge des gesammten, in mehreren Abtheilungen gesonderten Lymphherzens kürzere Zeit erhalten oder daß nur eine beschränkte Stelle in Bewegung verfällt. Es tritt endlich ein Zeitpunkt ein, in dem auch die äußeren Ansprüche vollkommen erfolglos bleiben.

Fische. — Die Versuche gelangen mir hier an verschiedenen Flußfischen. Regte ich das verlängerte Mark der Aesche (Thymallus vexillifer Ag.) elektrisch an, so stand das Herz still. Das kleine Gehirn und die Sehlappen wirkten dagegen in dieser Hinsicht unvollkommen. Der Herzschlag verlangsamte sich nur, ohne gänzlich aufzuhören. Der Darm ruhrte sich in diesen Thieren nicht.

Das verlängerte Mark und selbst die Sehlappen und das Rückenmark bis zur Gegend des Hinterrandes des Kiemendeckels brachten das Herz der Forelle (Salmo fario) zum Stillstande. Jenes rief auch lebhafte Magenbewegungen, welche nach der Durchschneidung der Cardia nicht mehr auftraten, hervor.

Die Quappe (Lota vulgaris) zeichnete sich dadurch aus, daß ihr Nahrungskanal und ihre große Harnblase trotz der einfachen Muskelfasern, die ihr als Mittelhaut zukommen, lebhaft antworteten. Prüfte ich ein Thier von 32 Centimeter Länge, so erhielt ich den Stillstand des Herzens, wenn ich die Sehlappen, das kleine Gehirn, das verlängerte Mark und das bis zum achten Wirbel bloßgelegte Rückenmark ansprach. Dieselben Nervengebilde riefen auch Verkürzungen der Speiseröhre und des Magens hervor. Die Harnblase zog sich unter dem Einflusse des verlängerten Markes und des bis zum achten Wirbel frei gelegten Rückenmarkes und zwar eben so lebhaft, als in irgend einem Säugethiere zusammen. Dieselben Theile regten auch bisweilen den Mastdarm an.

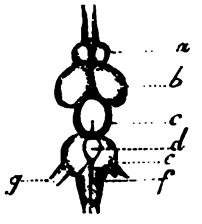
Da der mit quergestreiften Fasern versehene Nahrungskanal der Schleihe (Tinca chrysites Ag.) lebhafte augenblickliche Zusammenziehungen liefert (§. 2394.), so eignet sie sich zu den uns hier beschäftigenden Untersuchungen besser, als die meisten anderen Fische. Man kann auch hier die Abhängigkeit des Herzschlages von gewissen Theilen des centralen Nervensystemes sehr gut nachweisen.

---

[1]) S. die erste Auflage dieses Werkes Bd. II. S. 769 fgg. und Nachtrag.

Fig. 350. stellt uns das Gehirn einer erwachsenen Schleihe von oben bloßgelegt d
a sind die Hemisphärenlappen, b die Sehlappen, c das kl
Gehirn, d das Tuberculum des vierten Ventrikels, e
Lappen des herumschweifenden Nerven, f das verlänge
Mark und g die Wurzelbündel der herumschweifend
Nerven.

Fig. 350.



Das Herz dieses Thieres kann lange fortklopfen.
bewahrte z. B. seine vollständigen kraftvollen Pulsati
12½ Stunden und lieferte noch sehr schwache Schläg
Kammer 25 Stunden nach dem Tode. Ich konnte
Stillstand desselben durch die elektrische Reizung des Tub
culum, der Vaguslappen, des verlängerten Markes und
vorderen Abschnittes des Rückenmarkes erzeugen. Es h
dann von den Empfänglichkeitszuständen ab, ob die A
länger, als die elektrische Erregung dauerte, ob sie mit
aufhörte oder hinter ihr zurückblieb.

Das Tuberculum, die Vaguslappen, das verlängerte Mark und das Rückenm
bis zur Gegend des fünften Wirbels führten in erwachsenen Fischen zu den lebhaftes
Ruckbewegungen des Nahrungskanales. Es kam mir in einem sehr starken Thier
Mal vor, daß er sich nach der Ansprache der Sehlappen und des kleinen Gehirns ihm
zusammenzog. Der ganze Körper krümmte sich aber gleichzeitig auf das Lebhafteste. D
Tuberculum verlor seinen Einfluß früher, als das verlängerte Mark und dieses den
nigen eher, als die Vaguslappen. Der oberste Theil des Rückenmarkes bewahrte
Wirkung, wenigstens in den Thieren, in denen ich hierauf achtete, eben so lange, als
Empfänglichkeit überhaupt dauerte. Sinkt die Reizbarkeit, so bemerkt man häufig,
sich nur der vorderste Theil des Nahrungskanales zusammenzieht. Hatte ich das
kröse des Darmes vollständig durchschnitten, so konnte ich noch Verkürzungen des
gens bemerken, wenn ich die Leitungsdräthe in die Vaguslappen einstach. Der D
und der Mastdarm wurden dann passiv nachgezogen.

Spricht man auch nur einen der beiden Vaguslappen an, so kann man doch
vollkommene Ruckbewegung des Nahrungskanales erhalten. Die tetanische Zusam
ziehung desselben dauert übrigens kaum länger, als ½ bis ¾ Minuten. Sie hört
meist viel früher auf. Elektrisirte ich z. B. den rechten Vaguslappen 4 Secunde
dauerte die Verkürzung nur 3 Secunden. Wiederholte ich unmittelbar darauf den
chen Versuch an dem linken Vaguslappen, so hielt die Zusammenziehung nur 2 Se
den an.

Hat man eine längere Strecke des Rückenmarkes ohne Verletzung desselben bl
legt, so kann man sich überzeugen, daß es nicht die herumschweifenden Nerven allei
von denen die erwähnten Verkürzungserscheinungen abhangen und daß der Reiz
dem aus der Herzstillstand erregt werden kann, weiter nach hinten reicht, als der, de
den Nahrungskanal einwirkt.

Ich hatte z. B. das Gehirn und das Rückenmark einer mäßig großen Schleie
zur Gegend des 10ten bis 11ten Wirbels ohne Nebenverletzung bloßgelegt. Eine
oft wiederholter Versuche lehrte dann, daß das Herz still stand und der Nahrungska
lebhafte Bewegungen machte, so wie man das kleine Gehirn, die Vaguslappen, das
langerte Mark und das Rückenmark bis zur Gegend des fünften Wirbels anreizte
fand sich aber hier ein Grenzbezirk, der in einem anderen Thiere bis zum dritten
vierten Wirbel hinaufrückte. Legte man die Leitungsdräthe vor demselben nach dem K
hin an, so antwortete der Darm auf das Kräftigste. Berührten sie dagegen das Rück
mark hinter jener Grenzstelle, so blieb der Nahrungskanal vollkommen ruhig. Es
sich innerhalb des Grenzbezirkes eine Gegend, deren Reizung nur noch schwache Reac
des Nahrungskanales bedingte. Einige Millimeter weiter nach hinten dagegen trat
Antwort aus. Der Erfolg war hierbei so sicher, daß man ihn in oft wiederholten V
suchen voraussagen konnte.

Elektrisirte ich dagegen das Rückenmark in der Gegend des fünften und des vie
ten Wirbels, so stand das Herz still, während der Nahrungskanal gar nicht
wertete. Die Wirkung dieses hinteren Stückes des Rückenmarkes verlor sich
der Richtung von hinten nach vorn.

Ich trennte die Ursprünge der beiden herumschweifenden Nerven los, schnitt das verlängerte Mark der Quere nach durch und entfernte endlich alle weiter nach vorn gelegenen Hirngebilde. Galvanisirte ich jetzt das Rückenmark oberhalb der erwähnten Grenzstelle, zwischen dem ersten und dem fünften Wirbel, so stand das Herz jedes Mal still. Die Darmschlinge machte einen lebhaften Ruck. Stach ich die Dräthe 3 bis 4 Mm. neben der Wirbelsäule ein, so ergab sich das Gleiche, nicht aber, wenn sich 6 bis 8 Mm. von dem Rückenmarke jederseits entfernt lagen. Prüfte ich das Rückenmark hinter der Grenzstelle, so hörte wieder der Herzschlag auf, während sich der Darm ruhig verhielt. Ich trennte nun alle Baucheingeweide von hinten bis vorn der Länge nach los und brachte sie in die frühere Lage. Es war jetzt nicht mehr möglich, mit den gleichen Strömen auf das Herz und den Nahrungskanal von dem Rückenmarke aus einzuwirken.

Legte ich die Leitungsdräthe an einzelne Stellen der Eingeweide, so erzielte ich weit leichter den Herzstillstand, als die lebhafte Verkürzung des Nahrungskanales.

Die Zerstörung des Rückenmarkes ändert nach Hyrtl [1]) den Schlag des Caudalherzens des Aales nicht. Hatte ich die Schwanzflosse, deren Herz 98 bis 102 Mal in der Minute schlug, ausgebreitet und die starken Leitungsdräthe des Magnetelektromotors zu beiden Seiten von jener angelegt, so stand das Herz still. Wurden die elektrischen Ströme unterbrochen, so klopfte es einige Augenblicke später von Neuem fort.

Mittheilung der Thätigkeiten in dem Gehirn und dem Rückenmarke. — Es kommt hier häufig vor, daß eine Anregung andere gleichartige oder ungleichartige Wirkungen nach sich zieht. Man belegt diese Erscheinungen mit dem Namen der Mittheilung, der Uebertragung oder der Synergie. Ruft eine Empfindung Bewegungen hervor, so haben wir eine Reflexbewegung und im umgekehrten Falle eine Reflexempfindung. Die ungleichartigen Wechselwirkungen führen daher zu Reflexerscheinungen. Hat hingegen eine Empfindung eine zweite zur Folge, so sprechen wir von Mitempfindungen. Die Mitbewegungen bezeichnen das Gleiche auf dem Gebiete der Verkürzungsverhältnisse. 4434

Eine Reihe der Thatsachen, die zu den Reflexbewegungen gehören, war schon älteren Forschern, wie Redi, Whyth, Haller bekannt. Einzelne, wie Kaauw Boerhave, Prochaska und zum Theil Legallois Foderà, Mayo, Burdach sprachen es deutlich aus, daß diese Erscheinungen die Hilfe des Rückenmarkes nöthig haben. Prochaska hatte sogar eine im Wesentlichen richtige Theorie der Verhältnisse entworfen. Diese Bemühungen waren aber größtentheils der Vergessenheit anheimgefallen. Marshall Hall und Joh. Müller erwarben sich das Verdienst, den Gegenstand von Neuem hervorzuheben und als bleibenden Erwerb in die Wissenschaft einzuführen.

Reflexbewegungen. — Ein einfacher Grundversuch, der an Amphibien fast nie mißlingt und auch an Säugethieren und Vögeln mit günstigem Erfolge hin und wieder angestellt wird, lehrt deutlich, daß die Reflexbewegungen der freien Körpermuskeln nur unter dem Einflusse des centralen Nervensystems zu Stande kommen können. Enthauptet man einen Frosch, so daß das verlängerte Mark und das Rückenmark in dem Rumpfstücke bleiben, und läßt das Ganze einige Zeit zur Erholung ruhig liegen, so braucht man nur die Haut der Zehen, des Unterleibes oder die Oberfläche der Gedärme zu drücken, zu stechen oder mit einer ätzenden Flüssigkeit zu berühren, um die lebhaftesten Reflexbewegungen zu erhalten. Das enthauptete Thier krümmt sich und bewegt alle vier Glieder oder 4435

[1]) Hyrtl, in Müller's Archiv. 1843. Seite 225.

einzelne derselben. Es sucht sich zu wehren oder springt selbst in einem weiten Satze, wie fliehend, davon. Zerstört man dagegen das verlängerte Mark und das Rückenmark vollständig, so hören diese Reflexbewegungen völlig auf. Kein Hautreiz irgend einer Art zieht die Verkürzung der benachbarten oder der entfernt liegenden Muskeln nach sich. Diese beantworten nur noch diejenigen Anregungen, welche ihre eigene Masse oder deren bewegende peripherische Nerven unmittelbar treffen.

Hat man den Kopf eines Säugethieres oder eines Frosches losgetrennt, so schließen sich nicht selten die Augenlider, so wie man die Oberfläche der Bindehaut mit einem Pinsel bestreicht. Ist dagegen das Gehirn mit dem verlängerten Marke entfernt worden, so bleibt der Versuch erfolglos. Diese Erfahrung beweist zugleich, daß der Gasserische Knoten jene Reflexbewegungen nicht vermittelt.

Die Reflexbewegungen können in Fröschen eine halbe Stunde und nicht selten noch viel länger in aller Muße verfolgt werden. Enthauptete Schildkröten eignen sich sogar Tage lang zu solchen Beobachtungen. Will man dagegen die Erscheinungen an frisch getödteten Säugethieren wahrnehmen, so muß man die ersten Augenblicke nach dem Lebensende benutzen. Ein einzelnes Thier giebt selbst dann nur wenige befriedigende Ergebnisse unter den günstigsten Verhältnissen. Junge Geschöpfe und Nebenbedingungen, unter denen der Leichnam langsam erkaltet, führen am Ehesten zu den gewünschten Erfolgen.

Fassen wir die auffallendsten Erscheinungen, die man auf diese Weise in einer größeren Reihe von Säugethieren nach und nach erhalten kann, zusammen, so schließen sich die Augenlider, wenn man deren äußere Hautdecken oder die Bindehaut gereizt hat. Es zucken die Gesichtsmuskeln und vorzüglich die Lippen auf die Berührung der Gesichtshaut oder das Anziehen der Bart- oder Tasthaare. Die Zunge zittert, so wie man über ihre Schleimhautoberfläche hinfährt. Kitzelt man die Innenhaut des weichen Gaumens oder des Schlundkopfes mit einem Federbarte, so treten Bewegungen in jenen Anfangstheilen der Verdauungswerkzeuge auf. Reibt man die Schleimhaut des Kehlkopfes, so verkürzen sich einzelne Muskeln desselben. Führt man einen kleinen Holzstab in den After und reibt mit jenem die Schleimhaut des Mastdarmes, so erhält man bisweilen eine Verengerung des Afterschließers. Reizt man das männliche Glied erwachsener Hunde, so bewegen sich nicht selten die Samenleiter wurmförmig. Die Samenblasen des Igels können sich unter den gleichen Verhältnissen zusammenziehen. Die Reibung der Scheidenschleimhaut hat sehr häufig Wurmbewegungen in den Eileitern zur Folge. Kneipt oder durchschneidet man die Brust- oder die Bauchhaut des eben getödteten Thieres, so erhält man bisweilen Zuckungen in den Bauchmuskeln oder selbst vollständige Einathmungsbewegungen, bei denen sogar der Mund weit geöffnet zu werden vermag. Hautreize des Rumpfes werden in manchen Fällen von Bewegungen der Füße beantwortet.

Diese und viele andere Reflexerscheinungen kehren im Menschen unter gesunden oder unter krankhaften Verhältnissen häufig wieder. Sind Staubtheilchen in den Bindehautsack geflogen oder ist dieser auf andere Weise gereizt worden, so schließen wir unwillkührlich die Augenlider. Die mechanische oder die chemische Anregung der Nasenschleimhaut führt nicht selten zum Niesen. Kitzelt man die Rachenoberfläche mit einem Federbarte, berührt man sie mit dem Finger, reibt man sie mit der Schlundsonde, so folgen Schluckbewegungen, Brechneigung oder wirkliches Erbrechen nach. Wird die Kehlkopfschleimhaut mechanisch oder chemisch angegriffen, so erhalten wir Husten und nicht selten Schlingbewegungen. Dringt man mit einer festen Masse durch die Afteröffnung und reibt die Mastdarmschleimhaut, so treten nicht selten Mastdarmbewegungen auf. Der After selbst kann sich mit größerer Stärke zu verschließen suchen. Die Reibung der Haut des männlichen Gliedes bedingt Samenergießung, d. h. wurmförmige Bewegungen der Samenleiter und der Samenblasen. Es läßt sich kaum bezweifeln, daß sich auch die Eileiter der Frau während des Beischlafes verkürzen werden. Trifft ein Nadelstich eine Hautstelle unvermutheter Weise, so zucken wir zusammen und machen eine Reihe nicht vorher be-

chneter Bewegungen. Das Lachen, welches das Kitzeln der Haut, vorzüglich der Achlhöhle, der Handfläche oder der Fußsohle verursacht, die allgemeinen Körperbewegunn, die oft nachfolgen und nicht immer zur Abwehr dienen, können ebenfalls hierher gechnet werden. Die Verhältnisse, welche die Wechselkrämpfe und die Starrkrämpfe daretten, werden uns in der Folge ausführlicher beschäftigen.

Manche andere Erscheinungen sind zweideutigerer Natur. Hierher gehören z. B. e Veränderungen des Sehloches, welche dem Abzapfen der wässerigen Feuchtigkeit nachlgen und die künstlichen Frühgeburten, welche die mittelst des Preßschwammes bewirkte usdehnung des Gebärmuttermundes herbeiführt. Man kann diese Verkürzungen nicht ine Weiteres als Reflexbewegungen ansehen, weil vielleicht hierbei die Muskelmassen lbst örtlich angeregt werden.

Manche Labilitätserscheinungen der Sinneswerkzeuge beruhen auf Reflexbewegungen. rifft eine größere Menge von Licht die Netzhaut, so verengert sich das Sehloch. Die tärke der Töne bestimmt es wahrscheinlich in einzelnen Fällen, daß sich der innere ammermuskel oder der Steigbügelmuskel zusammenziehen.

Reflexerscheinungen können endlich noch die Ausfuhr von Absonderungserzeugnissen rgrößern. Ein Stäubchen, das in den Bindehautsack gefallen, führt zum verstärkten hränenflusse. Der Genuß scharfer oder sonst reizender Stoffe vermehrt die Aussondeng der Mundflüssigkeiten. Der starke Luftstrom, den das Niesen anregt, kann Schleim id andere Körper aus der Nasenhöhle hervorschleudern.

Die ausführlichste, mit zahlreichen physiologischen und pathologischen Erscheinungen läuterte Darstellung der Reflexerscheinungen des Menschen giebt Marshall Hall, n the Diseases and Derangements of the Nervous System. London 1841. 8. Dieses erk in's Deutsche übersetzt und mit einigen kritischen Bemerkungen versehen von Wallach. Leipzig 1842. 8. M. Hall, Neue Untersuchungen über das Nervensem aus dem Englischen übertragen von A. Winter. Leipzig 1844. 4.

Manche der eigenthümlichen Reflexverhältnisse, welche lebende Thiere bei unversehrm centralen Nervensysteme oder nach der Enthirnung darbieten, sollen noch in der olge erwähnt werden.

Wollen wir die den Reflexbewegungen zum Grunde liegenden Gesetze 4436
ar auffassen, so müssen wir zunächst nur die mit quergestreiften Fasern rsehenen und meist willkührlich beweglichen Verkürzungsgebilde im Auge ehalten, die übrigen dagegen für spätere Betrachtungen aufsparen.

Der Reiz, der die Reflexbewegungen veranlaßt, dringt nach dem ver- 4437
ingerten Marke oder dem Rückenmarke in centripetaler Richtung vor. Die Anregung theilt sich dann hier den centrifugal wirkenden Bewegungsfern mit. Jede Art centripetaler Fasern kann hierbei den ursprünglichen nstoß aufnehmen. Wir sehen daher auch, daß die Sinneseindrücke und e Schmerzensempfindungen, die bewußten und die unbewußten sensiblen Wirkungen Reflexbewegungen nach sich ziehen.

Marshall Hall und mehrere seiner Nachfolger [1]) nannten die centripetalen Nervenfasern, von denen der erste Anstoß ausgeht, incidirende und die centrifugalen, welche die Verkürzung vermitteln, reflectirende. Beide Arten von Fasern sollten von denen, welche die bewußten Empfindungen und die willkührlichen Bewegungen mögen machen, geschieden sein. Die Reflexthätigkeiten hätten daher ihre eigene Art peripherischer Nervengebilde. Keine der bis jetzt bekannten Thatsachen nöthigt zu dieser Annahme, gegen die übrigens anatomische und physiologische Gründe sprechen. Die Hauptmechanik der Reflexbewegungen liegt in dem centralen Nervensysteme. Die Gebilde, de-

[1]) Vergl. z. B. R. D. Grainger, Observations on the Structure and Fonctions of the Spinal Cord. London 1837. 8. p. 34. G. A. Spieß, Physiologie des Nervensystems. Mit besonderer Berücksichtigung pathologischer Zustände. Braunschweig 1844. 8. S. 162 — 64. L. Büchner, Beiträge zur Hall'schen Lehre von einem excito-motorischen Nervensysteme. Giessen 1848. 8.

nen die centripetale Faser in dem verlängerten Marke oder dem Rückenmarke begegnet, die Größe und die Art der Reizung, die Menge der Eingriffe, die in einer gegebenen Zeit auf einander folgen, bestimmen die Beschaffenheit und die Ausdehnung der Reflerbewegungen. Behalten wir dieses im Auge, so erklärt es sich von selbst, daß jede centripetale Faser diese Wirkungen anzuregen vermag und daß die Erfolge mit der Verschiedenheit der Nebenverhältnisse in hohem Grade wechseln. Wäre eine besondere Klasse peripherischer incidirender Nervenfasern vorhanden, so müßte jede Hautstelle, jeder Punkt der Ausbreitung eines Sinnesnerven zwei Arten von Nervenfasern, eine incidirende und eine empfindende enthalten, eine Annahme, die anatomisch nicht nachgewiesen zu werden vermag und physiologisch überflüssig, wo nicht undenkbar ist.

4438 Sollen die Reflerbewegungen möglich bleiben, so darf keines der drei Wirkungsglieder, die centripetale, die centrifugale Nervenfaser und das entsprechende Stück des verlängerten Markes oder des Rückenmarkes seine Kräfte verloren haben. Wir haben schon §. 4435 gesehen, daß die Zerstörung des Rückenmarkes die von den Rückenmarksnerven abhängigen Reflererscheinungen aufhebt. Schneiden wir die hinteren Wurzeln der zu den Hinterbeinen verlaufenden Nerven (16 bis 18 Fig. 351.) in einem Frosche durch, so ruft kein Hautreiz, der die Hinterzehen trifft, Bewegungen hervor. Der Wille kann aber immer noch die Muskeln der Hinterbeine beherrschen. Trennt man nur die vorderen Wurzeln, so gehen die willkührlichen und die Reflerbewegungen verloren. Die Empfindung bleibt aber unversehrt.

4439 Fig. 351.

Hat man einen Frosch in der Gegend des ersten Wirbels (bei 10 Fig. 351.) enthauptet und läßt einen Tropfen Schwefelsäure auf eine Hinterzehe fallen, so können Reflerbewegungen in allen vier Füßen auftreten. Wir sehen hieraus, daß sich die Anregung nicht bloß den benachbarten, sondern auch entfernteren Bewegungsfasern (von 16 bis 18 den Nerven 10 bis 13 Fig. 351.) mittheilt.

4440 Die allgemeine Verbreitung des Reizes setzt einen hohen Grad von Empfänglichkeit in dem Rückenmarke voraus. Sind dagegen die Kräfte desselben gesunken, so erhält man auch nur beschränktere Reflerbewegungen. Es kann hierbei vorkommen, daß ein auf das rechte Hinterbein ausgeübter Reiz reflectorische Verkürzungen in beiden Hinterbeinen, in dem rechten Hinter- und dem einen der beiden Vorderbeine hervorruft. Es ist mit einem Worte möglich, daß die mannigfachsten Mittheilungserfolge bei diesem mittleren Stande der Empfänglichkeit wahrgenommen werden. Hat sie dagegen noch mehr gelitten, so bewegt sich nur der Fuß, dessen Zehen gedrückt worden. Die wirksame Anregung theilt sich dann im Rückenmarke den benachbarten Bewegungsfasern ausschließlich mit.

4441 Haben wir die vorderen Wurzeln des rechten Hinterbeines (16 bis 18 Fig. 351.) in einem enthaupteten Frosche durchschnitten und lassen einen Tropfen Schwefelsäure auf die Schwimmhaut jenes rechten Fußes niederfallen, so bleibt dieser ruhig liegen. Es können dagegen Reflerbewegungen in den beiden Vorderbeinen und dem linken Hinterbeine her-

vortreten. Diese Erfahrung bestättigt den schon theoretisch vorauszusehenden Satz, daß die centripetale Anregung, die von einem motorisch gelähmten Gliede ausgeht, allgemeinere Reflexerscheinungen in den noch von dem Rückenmarke abhängigen Verkürzungsgebilden anzuregen im Stande ist.

Führen wir einen Querschnitt durch das verlängerte Mark zwischen 4442
9 und 10 Fig. 351, und einen zweiten in der Gegend des vierten Wirbels zwischen 12 und 15 Fig. 351, so erhalten wir Reflexbewegungen der Augen, so wie wir die Bindehaut oder die Nasenlöcher reizen. Die Beine dagegen ruhen indeß. Drücken wir die Zehen eines Vorderfußes, so können sich beide Vorderbeine, nicht aber die Augen und die Hinterbeine bewegen. Wiederholen wir den gleichen Versuch an den Hinterzehen, so bemerken wir Reflexerscheinungen in den Hinterfüßen, nicht aber in den Augen oder den Vorderbeinen. Der doppelte Querschnitt hat mithin das centrale Nervensystem in drei Theile getrennt, von denen jeder seinen entsprechenden Bezirk von Reflexthätigkeiten beibehält. Die gegenseitige Uebertragung ist aber auf diese Weise aufgehoben worden. Legt man die Querschnittsfläche noch so genau an einander, so ändern sich hierdurch die eben erwähnten Ergebnisse nicht, zum Beweise, daß der ursprüngliche organische Zusammenhang für die Mittheilung der Anregung unerläßlich ist.

Man kann einer scheinbaren Ausnahme im Frosche begegnen. Schneidet man hier nämlich das Rückenmark dicht unter dem Eintritte der Wurzeln der Armnerven (11 Fig. 351.) der Quere nach vollständig durch und befeuchtet den einen Vorderfuß mit einem Säuretropfen, so wischt oft das Thier die gereizte Stelle mit dem Hinterbeine ab [1]). Diese Thatsache erklärt sich aber aus der Nervenvertheilung. Es verbindet sich nämlich ein Ast des folgenden Rückenmarksnerven (12 Fig. 351.) mit dem Armnerven [2]). Ein Theil der Fasern des Vorderfußes hat daher seinen Zusammenhang mit dem Rückenmarke trotz der oben erwähnten Verletzung desselben beibehalten. Führt man einen zweiten Querschnitt in der Gegend des vierten Wirbels (13 Fig. 351.) durch das ganze Rückenmark, so ruft kein Reiz, der die Vorderbeine trifft, Reflexerscheinungen in den Hinterbeinen hervor.

Man darf vermuthen, daß vielleicht verwandte Verhältnisse in den Salamandern wiederkehren. Die Versuche von Flourens [3]) und vorzüglich die von Paton [4]) lehren nämlich, daß sich diese Geschöpfe auf den vier Beinen halten und selbst vorwärts gehen, wenn man das Rückenmark in der Gegend des dritten Wirbels durchschnitten hat. Es müßte noch untersucht werden, ob nicht auch hier eine peripherische Verbindung zwischen beiden Abschnitten des Rückenmarkes trotz der angegebenen Verletzung übrig bleibt.

Verfolgt man die Erscheinungen genauer, so findet man, daß nur 4443
ein kleines bestimmtes Stück zur Erzeugung der entsprechenden Reflexbewegungen nöthig ist. Es brauchen bloß die benachbarten grauen und weißen centralen Nervenmassen, in welche die centripetalen Fasern eintreten und aus denen die centrifugalen hervorgehen, in ihrer natürlichen Verbindung in dem Bruchstücke erhalten zu sein, damit die Reflexbewe-

[1]) B. Stilling, in Roser u. Wunderlich's Vierteljahrsschrift. Bd. I. Stuttgart 1842. 8. S. 125.
[2]) Van Deen, in den Holländischen Beiträgen. Bd. I. S. 29.
[3]) P. Flourens, Recherches expérimentales. p. 420.
[4]) G. Paton, in The Edinburgh medical and surgical Journal. April. 1846. p. 263—66.

rungen erhobenen Bedenken *) nicht beistimmen. Wir
die Reflexbewegungen unter diesen Verhältnissen leichte
Zustande auftreten.

Es ergiebt sich von selbst, daß die Erscheinungen
der Verletzung benutzt werden können. Sollen die R
men, so müssen der untere Abschnitt des Rückenmarkes
Nerven ihre Kräfte bewahrt haben. Es ereignet sich
Wirbelbruch erlitten, die Reflexerscheinungen im Anfan
mender Verschlimmerung des Leidens darbieten. Wir
Fortschritte der Krankheit dem unteren Abschnitt des
verbundenen Nerven geschadet haben.

Die Beckenorgane können ähnliche Wirkungen dar
eines Katers der Quere nach vollständig getrennt, so
der Haut des männlichen Gliedes Samenerguß herbei
mark in ähnlicher Weise verletzt worden, fühlt keine
Es bleibt aber die Steifung des Gliedes, der Austri
auch die Befruchtung möglich. Schon die bloße drüc
Gliedes, das Ansetzen des Harnglases oder die Einführ
röhre können hier eine vollständige oder eine unvollstän
sen. Eine Frau, die sich in dem gleichen Falle befinde
Sie kann aber empfangen, das Kind gehörig austrag
ohne Kunsthilfe gebären.

Das Vermögen, den Harn und den Stuhl willkü
in Kranken der Art gänzlich verloren. Wir begegnen
ereignet sich häufig, daß der Harn ohne Weiteres zur
ausfließt, weil der zur Zurückhaltung desselben nöthig
Gleiche wiederholt sich für die Kothmassen, sei es, daß
cher Häufigkeit oder auffallend sparsamer zu Stande
Kranken, daß die Harnblase fortwährend verschlossen bl
der Urinansammlung übermäßig ausdehnt und daß die
theters die Gefahr eines Blasenrisses (Bd. I. §. 1562).

Eine Reihe hierher gehörender Beispiele findet sich
Krankheiten des Nervensystems. Uebersetzt von J. V
271 fgg. Vergl. auch G. Hirsch, Beiträge zur Erke
Neurosen. Königsberg 1843. 8. S. 396 fgg. Ueber die
reflectorisch wirkt oder nicht, s. Todd in seiner Cyclop

hingeht und sich von den Großhirnhalbkugeln (bei 2 Fig. 351.) bis zu dem hinteren Ende des Rückenmarkes erstreckt, so hat hierdurch das Thier den Willenseinfluß, den es sonst auf seine Muskeln ausübte, nicht verloren. Es bewegen sich sogar beide Nasenlöcher oder beide Augen gleichzeitig [1]). Drückt man die Zehen des rechten Hinterbeines, so kann man Reflexbewegung in diesem allein oder in ihm und dem rechten Vorderbeine, nicht aber in den linken Extremitäten erhalten [2]). Enthauptet man das Thier, so wiederholen sich die gleichen Erscheinungen nach der Entfernung des Willenseinflusses [3]). Ein jeder sensible Reiz ruft nur Reflexbewegungen an derselben und nicht an der anderen Seite hervor. Wir sehen hieraus, daß die vollständige Längstheilung die Uebertragung von einer Seitenhälfte auf die andere unmöglich macht, diejenige dagegen, welche in dem Bezirke einer jeden Seitenhälfte beschränkt bleibt, nicht aufhebt.

Schneiden wir das Rückenmark eines lebenden Frosches in der Ge- 4445
gend des dritten Wirbels (bei 11 Fig. 351.) der Quere nach gänzlich durch und führen einen senkrecht gehenden Längenschnitt längs der Mittellinie des Rückenmarkes von der Gegend des vierten Wirbels (14 Fig. 351.) bis zu dem hinteren Ende des centralen Nervensystems, so hat natürlich der Eingriff die Hinterbeine für die bewußten Empfindungen und die willkührlichen Bewegungen gänzlich gelähmt. Befeuchtet man aber die Schwimmhaut des rechten Fußes mit einem Tropfen Schwefelsäure, so kann man Reflexbewegungen in beiden Hinterbeinen, nicht aber in den Vorderfüßen erhalten. Wir sehen hieraus, daß die unvollständige Längstheilung, der Ueberrest einer Verbindungsbrücke, in welche die entsprechenden centripetalen und centrifugalen Fasern nicht unmittelbar einstreichen, die Möglichkeit der Reflexbewegung nicht aufhebt.

Sticht man ein Messer in die Mitte der Hinterfläche des Rückenmar- 4446
kes der Quere nach so ein, daß die zu beiden Seiten befindlichen vorzugsweise weißen Massen unversehrt bleiben, so erhält man Muskelbewegungen des Frosches in dem Augenblicke der Verletzung. Hat sich das Thier erholt, so kann es wieder seine Beine willkührlich gebrauchen. Enthauptet man es, so ist ein Reiz, der ein Hinterbein trifft, im Stande, Reflexbewegungen in allen vier Füßen hervorzurufen.

Legt man das Rückenmark eines Frosches in der Gegend des zweiten 4447
bis vierten Wirbels (10 bis 13 Fig. 351.) bloß und schneidet die rechte Hälfte desselben von der Mittellinie bis zu dem äußersten Rande der Quere nach vollkommen durch, so wird immer noch die Schwefelsäure, welche man auf die rechte Schwimmhaut tropft, empfunden werden. Das Thier kann sein rechtes Hinterbein willkührlich beherrschen und auf das Mannigfaltigste zu seinen Sprungbewegungen benutzen. Es zeigt nur in manchen Einzelfällen untergeordnete Unregelmäßigkeiten. Reizt man es in

[1]) B. Stilling, Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarkes und der Nerven. Leipzig 1842. 8. S. 79.
[2]) De functionibus nervorum p. 99. Stilling, a. a. O. S. 78. 79.
[3]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1838. S. 19 — 21.

dem enthaupteten Froſche, ſo erhält man unter günſtigen Verhältniſſen Reflexbewegungen in allen vier Füßen. Trennt man die obere Hälfte des Rückenmarkes an der rechten und die untere an der linken Seite, ſo bleiben die gleichen Erſcheinungen nach van Deen [1]) und Stilling [2]) möglich.

4448 Hat man die rechte Hälfte des Rückenmarkes in der Gegend des zweiten bis vierten Wirbels (10 bis 13 Fig. 351) und die linke in der des vierten bis ſechſten (13 bis 16 Fig. 351) vollſtändig durchſchnitten, ſo wird man unter günſtigen Verhältniſſen bemerken, daß der Froſch die meiſten Muskeln ſeiner Hinterbeine willkürlich beherrſcht und daß die bewußte Empfindung in dieſen nicht verloren gegangen iſt. Es kam mir vor, daß das Thier auf das Lebhafteſte fortſprang und ſich mit den Hinterfüßen bei dem Einfangen wehrte. Dieſe zuckten während der Enthauptung. Wurden ſie an dem kopfloſen Präparate gereizt, ſo entſtanden Reflexbewegungen in den Vorderbeinen, den Schulterblattmuskeln und dem frei liegenden Theile des Schlundes [3])

Gehen die Querſchnitte zu weit hinüber, ſo daß z. B. der rechte beträchtlich in die linke Hälfte hineinragt, ſo bleiben die Ergebniſſe die gleichen [4]). Sind ſie auch nach einer Seite nicht ſehr weit entfernt, ſo brauchen deshalb die oben erwähnten günſtigen Erfolge nicht auszubleiben [5]). Liegt der eine Querſchnitt den Wurzeln des Hüftnerven zu nahe, ſo treten auch die Lähmungserſcheinungen des entſprechenden Hinterbeines ſchärfer hervor. Iſt der Verſuch vollkommen gelungen, ſo werden die willkührlichen Bewegungen der Hinterbeine ſo auffallend, daß die unglücklichen Ergebniſſe, die einzelne Forſcher erhalten haben und die wahrſcheinlich von Nebenverletzungen herrührten, in den Hintergrund treten müſſen.

Da dieſe Thatſachen in neuerer Zeit von Volkmann [6]) bezweifelt wurden, ſo wiederholte ich den Verſuch abermals. Ich durchſchnitt die rechte Hälfte des Rückenmarks eines friſch eingefangenen grünen Grasfroſches zwiſchen dem zweiten und dritten und die linke zwiſchen dem dritten und vierten Wirbel. Das Thier war im Anfange in hohem Grade betäubt, es lag wie ſcheintodt da. Es erholte ſich nach einiger Zeit, bewegte die beiden Hinterbeine mühſam und unzweckmäßig, aber offenbar willkührlich. Stellte ich es 2 Stunden ſpäter auf einem Tiſche frei hin, ſo ſprang es ſchon von ſelbſt auf den Boden herab. Es konnte am folgenden Tage mit großer Vollkommenheit mit ſeinen Hinterbeinen hüpfen und ſchwimmen. Die Bewegungen derſelben gehorchten offenbar dem Willensbefehle auf das Pünktlichſte. Die Vorderbeine hatten auffallend gelitten, weil wahrſcheinlich ein Theil der ihnen entſprechenden Nervenwurzeln unmittelbar verletzt war. Die Wirbelſäule war dabei in einem Bogen, deſſen Aushöhlung nach rechts ſah, gekrümmt. Da der rechte Halbſchnitt weiter nach vorn lag, als der linke, ſo ließ ſich das Uebergewicht der Thätigkeit der rechten Wirbelmuskeln aus dieſem Verhältniſſe erklären.

4449 Hat man die hintere Hälfte des Rückenmarkes von dem Rücken her bloßgelegt und führt einen Längenſchnitt dicht nach innen von der Eintrittsſtelle der hinteren Nervenwurzeln des rechten Hinterbeines, ſo wird die willkührliche und die Reflexbewegung von dieſem gelähmt. Ging da-

---

[1]) Van Deen, Traité et Découvertes etc. p. 66.
[2]) Stilling, a. a. O. S. 151.
[3]) De functionibus nervorum. p. 98. 99. Van Deen, Traité et Decouvertes. p. 66. Stilling, a. a. O. S. 153.
[4]) Van Deen, a. a. O. p. 186. 187. Stilling, a. a. O. S. 300.
[5]) Stilling, a. a. O. S. 162.
[6]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. II. S. 553. 54.

gegen der Schnitt etwas weiter nach innen hin, so kann sich die Möglichkeit der Reflexerscheinungen erhalten.

Fassen wir die Endergebnisse der §. §. 4443 bis 4449 erwähnten 4450
Versuche zusammen, so dürfen wir schließen, daß die in das Rückenmark eintretenden Primitivfasern die Reflexerscheinungen wahrscheinlich nicht eher, als bis sie die graue Masse erreicht, haben vermitteln können. Jene vermag aber die Uebertragung möglich zu machen, wenn auch die sie umgebenden weißen Massen nach und nach an verschiedenen Orten vollständig durchschnitten wurden.

Wir haben früher gesehen, daß die den Eintrittsstellen der peripheri- 4451
schen Nervenfasern zunächst liegenden Gebiete des centralen Nervensystems die günstigsten Bezirke für die Reflexbewegungen liefern. Es wird daher das Rückenmark diese Rolle für die Rückenmarksnerven und das verlängerte Mark für den dritten bis zwölften Hirnnerven übernehmen. Manche Forscher[1]) haben daher die Ansicht aufgestellt, daß nur jene beiden Theile des centralen Nervensystems die Reflexbewegungen vermitteln. Die Verkleinerung des Sehloches, welche der Netzhautreizung nachfolgt, kann diese Anschauungsweise nicht beseitigen, weil die hier zum Vorschein kommende Uebertragung in den Vierhügeln, wie wir später sehen werden, zu Stande kommt. Sollte sich dagegen unzweifelhaft nachweisen lassen, daß die Geruchsnerven Reflexbewegungen anregen, so stände wenigstens so viel fest, daß centripetale Nerven, die das verlängerte Mark, so viel wir wissen, nicht berühren, Reflexbewegungen bedingen können.

Man überzeugt sich am Froſche mit Leichtigkeit, daß die Enthauptung 4452
die Empfänglichkeit für Reflexbewegungen für einige Zeit zu unterdrücken oder zu schwächen im Stande ist, daß sie aber in der Ruhe in immer größerem Maaße wiederkehrt. Kein Hautreiz führt oft zu Reflexerscheinungen in den ersten Augenblicken. Man erhält später deutliche, aber schwache Erfolge. Es tritt endlich ein Zeitpunkt ein, in dem schon leisere Reize die ausgedehntesten und kräftigsten Reflexbewegungen veranlassen. Der Kopf erholt sich im Allgemeinen eher, als der Rumpf und die Glieder des Thieres. Werden die Versuche zu früh begonnen und in zu kurzen Zeiträumen wiederholt, so geht auch die Empfänglichkeit kascher zu Grunde. Hat sich diese geschwächt, so kann sie sich ebenfalls in der Ruhe, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, von Neuem erholen.

Säugethiere und Vögel führen zu ähnlichen Erscheinungen. Die Möglichkeit der Reflexbewegungen geht aber hier in erwachsenen Geschöpfen so schnell verloren, daß jede Spur von ihnen wenige Minuten nach dem Tode verschwunden ist. Sehr junge Hunde, Katzen, Kaninchen oder ältere Igel[2]), die sich im Winterschlafe befinden, bieten günstigere Verhältnisse dar.

---

[1]) Marshall Hall, On the Diseases etc. p. 51.

[2]) Marshall Hall, Abhandlungen über das Nervensystem. Aus dem Englischen mit Erläuterungen und Zusätzen von G. Kürschner. Marburg 1840. 8. S. 17 und 123.

. Schneidet man den Kopf eines Frosches mit einem
immer die Muskeln des Rumpfes und der Glieder. Di
theils gestreckt. Sie verharren einige Zeit in ihrem Star
kelzittern, das bisweilen vorzüglich am Oberschenkel in di
gerte oder wenig reizbare Frösche können auch die rasche
Bewegung der Hinterbeine ertragen. Viele Thiere schl
springt eine Strecke weit fort. Er schwankt, rollt in a
zweckmäßige Bewegungen, Erscheinungen, die, wie wir
Orte, an dem das centrale Nervensystem durchschnitten wi

Hat sich der erste Sturm beruhigt, so liegt der Rum
führen ihn dann häufig zu keinen Reflexbewegungen. Gön
man mit den sensiblen Anregungen fort, so kann man
bringen, daß auch in der Folge keine Reflexerscheinungen
holungszeit aber, die für den höchsten Grad der Empfän
bedeutendem Umfange. Sie beträgt bisweilen 3 bis 10,
nuten.

Liegt der Rumpf mit gebogenen und angezogenen Hi
Stellung, so lange ihn nicht äußere Veranlassungen zu F
ren dagegen die Hinterfüße gestreckt, so verharren sie meis
Sie werden aber später größtentheils, doch keineswegs i
Stellung ohne äußere Ursache plötzlich gebracht [1]). Bed
ner Glasglocke und bewahrt ihn vor Erschütterungen, so
mene Lage für immer bei [2]). Wir können hieraus schließe
ckung der Hinterbeine mit der natürlicheren Beugung ver
Rückenmark bis zu einem gewissen Grade erholt hat. W
auch die Streckung bis zu dem völligen Tode des Ganzen
überdies in den Fällen, in denen die vordere Hälfte des
nur die letzten Wirbel mit den Hinterbeinen verbunden g

Gönnt man dem Präparate die nöthige Ruhe, so
wegungen nach und nach immer mehr zu. Drücken wir
im Anfange nur das rechte Hinterbein an den Leib an
Versuch einige Zeit später, so betheiligen sich auch die Mu
Rumpfes oder der Vorderfüße. Warten wir noch länge
oder es verfällt in eine Reihe von stürmischen ungeordnete

Ein Säugethier oder ein Vogel, der rasch enthaupte
tenden Krämpfe darzubieten. Kaninchen oder Katzen schla
und Vögel mit ihren Flügeln. Die Kaninchen rollen hi
achse ihres Rumpfes. Es kommt aber zu keinen zusamm
oder zu anderen geordneten Verkürzungserscheinungen. E
pflegen der Rumpf und die Extremitäten ruhig zu blei
schwache, hin und hergehende Seitenbewegungen. Der al
fallenderen Erscheinungen. Es verzerren sich nicht selten
rollen hin und her, die Zunge zittert, sie kann selbst zur
den. Der Unterkiefer geht auf und nieder, so daß man bi
zu hören vermag. Die Halsmuskeln, die der Streich dur
halbe Stunde und länger von selbst fort.

Der Rumpf enthaupteter Säugethiere bleibt in de
Reizbarkeit verschwunden ist. Es kommt aber auch hier
gestrecktes Hinterbein an den Leib angezogen wird.

4453 Die Füße des Frosches können nicht bloß
gene Haut treffen, sondern auch durch Anregun
Reflexbewegungen gezwungen werden. Faßt n

---

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1838. S. 17. 1
Heft II. S. 199.
[2]) Kürschner, a. a. O. S. 130.

ück, eine Stelle des Gekröses, des Hodens, des Eierstockes, der
:llfalte desselben oder selbst des Herzens mit der Pincette, so erhält
günstigen Fällen die lebhaftesten Reflexerscheinungen in dem Rumpfe
n Gliedern. Ich machte ähnliche Beobachtungen an Kaninchen, die
:rstickung getödtet worden. Ich sah in Einzelfällen Zuckungen ei-
er beider Hinterbeine, wenn ich die Därme, das Gekröse, die Harn-
rückte oder auch nur mit dem Messerstiele rieb. Es ergiebt sich hier-
aß Eingeweide, die von dem herumschweifenden und dem sympathi-
Nerven versorgt werden, als Erreger der Reflexbewegungen der will-
hen Körpermuskeln auftreten können, daß sich der Reiz von ihnen
:ntripetal zum verlängerten Marke und dem Rückenmark fortpflanzt
ie motorischen Fasern der rothen Verkürzungsgebilde in Thätigkeit
Hat man das Rückenmark zerstört, so bleibt der Anspruch der Ein-
de eben so erfolglos, als der der äußeren Haut oder anderer Theile
on Hirn- oder Rückenmarksnerven unmittelbar versorgt werden.

ickford [1]) fand, daß die Reflexbewegungen, welche die Extremitäten der Frösche
er Reizung der Baucheingeweide darbieten, an die Anwesenheit des verlängerten
s gebunden sind. Hat man nur das große und das kleine Gehirn entfernt, so
sich der Rumpf auf das Lebhafteste, so wie die Eingeweide angesprochen werden.
Erfolg bleibt dagegen in jedem Falle aus, wenn man zugleich das verlängerte
bei der Enthauptung fortgenommen. Trennt man es nur von dem Rückenmarke
ne den Kopf zu entfernen, so rufen noch der Schlund und der oberste Theil des
s, nicht aber die übrigen Eingeweide Reflexbewegungen hervor. Schneidet man
ickenmark der Quere nach an einer Reihe verschiedener Stellen durch, so bemerkt
aß ein um so kleinerer und mehr nach dem After zu liegender Theil der Einge-
eine Reflexbewegungen erzeugt, je weiter nach vorn die Verletzungsstelle des Rü-
ckes liegt. Hat man den Frosch mit Strychnin vergiftet, so zieht die Reizung
ngeweide keine Starrkrämpfe des Rumpfes und der Glieder nach sich, das verlän-
Mark mag noch vorhanden sein oder nicht [2]).
h enthauptete einen Frosch zwischen dem Hinterhaupte und dem ersten Halswirbel,
der größte Theil des verlängerten Markes am Rückenmarke blieb, und ließ dann
mpf eine Viertelstunde ruhen, bis das Kneipen der Bauchhaut die lebhaftesten
wegungen hervorrief. Oeffnete ich hierauf den Unterleib, so konnte ich heftige
gen in den Hinterbeinen erhalten, so wie ich die dünnen Gedärme oder das Ge-
it der Pincette zusammendrückte. Ich entfernte alsdann die beiden ersten Hals-
mit dem in ihnen eingeschlossenen Theile des centralen Nervensystemes und gönnte
umpfe die nöthige Ruhe von Neuem. Die Reizung des Magens, der Leber, des
rmes, der mit Samen stark gefüllten Hoden und der oberen und der mittleren
der Bauchdecken blieb dann erfolglos. Drückte ich dagegen die Blase oder den
rm mit der Pincette zusammen, so erhielt ich Reflexbewegungen in den Hinter-

iederholte ich den Versuch in anderen Fröschen, so fand ich im Allgemeinen ähn-
:gebnisse. Es kam mir aber ein Mal vor, daß ein Rumpf, dessen vordere Schnitt-
n dem oberen Rande des dritten Wirbels lag, Reflexbewegungen der Hinterfüße
oß nach der Reizung der Blase und des Dickdarmes, sondern auch nach der der
Gedärme lieferte. Man muß übrigens in allen diesen Versuchen nicht außer
ssen, daß oft der Nahrungskanal enthaupteter Frösche das erste Mal gehörig ant-
alle folgenden Male dagegen versagt, wenn auch keine weitere Verletzung einge-

---

ckford, in Roser und Wunderlich's Vierteljahrsschrift. Bd. II. Stuttgart
3. 8. S. 420.
:kford, a. a. O. S. 430.

leitet worden. Frösche, die lange gehungert haben, führen l
achtungen, als kräftige und kurz vorher eingefangene Thier

Hatte de Martino [1]) die Frösche unterhalb des Ur
gend des dritten Wirbels enthauptet, so konnte er noch
beine hervorrufen, wenn er die Innenfläche des Nahrungsk
oder Eierstöcke, die Gekrösnerven, das Samen- oder Niere
sympathischen Grenzstranges oder die Verbindungsstränge d
nerven reizte. Waren die Thiere mit Strychnin vergiftet
Forscher meistentheils stärkere Reflexbewegungen, so wie ma

4454 Die Art und Weise, wie eine Hautoberfläche
wesentlichen Einfluß auf den Erfolg ausüben.
mithin eine häufige Wiederholung verhältnißmäßi
oft zu den lebhaftesten Wirkungen. Berührt mar
nes enthaupteten Frosches vorsichtig, so ereigne
man gar keine oder nur beschränkte Reflexbewegu
man aber den Versuch mit einem stärkeren Drucke
allgemeine Bewegungen hervorrufen. Befeuchtet
mit Salpetersäure, so stößt man nicht selten auf
wenn man sich nur auf mechanische Anregungen

4455 Es ist häufig nicht gleichgültig, welche Theile
chen gewählt werden. Befindet sich der Rumpf des
der größten Höhe der Empfänglichkeit, so kann
stelle Reflexbewegungen veranlassen. Die Ausd
mit der sie auftreten, wechselt aber dann in auffa
man die Bauchhaut zusammen, so wehrt sich das
das Heftigste. Es stößt seine Zehen gegen den
sucht in einem kräftigen Satze fortzuspringen.
selbst, so bemüht sich das Präparat den Angriffen
kung, die wir hier erhalten, fällt aber oft schon
Anspruche der Bauchhaut aus. Wendet man sich
oder des Unterschenkels, so findet man, daß h
unter sonst gleichen Verhältnissen geringer au
gänzlich hinwegbleiben. Führt ein auf sie aus
allgemeineren Reflexerscheinungen, so gelangt ma
wenn man die Gegend des Fuß- oder des Knieg
preßt.

4456 Manche Häute pflegen eigenthümliche Ge
Halten wir uns an die Verhältnisse des lebende
Kitzel der Zungenwurzel, des weichen Gaumens
Schluck- oder Brechbewegungen, die Reizung d
kopfes und der Luftröhre zu Husten, die der Na
der Blase und des Mastdarmes zu Anstrengunge
man ein Säugethier durch einen Schlag auf den
getödtet, so giebt es einen dem Lebensende bald

[1]) A. de Martino, Esperienze su i movimenti rifle
luntario determinati dalle irritazioni del gran simpati

n ein kräftiger Hautreiz eine tiefe Einathmung nach sich zieht. Trennte dann z. B. die Brust- oder Unterleibshaut von Hunden, so wurde r Brustkasten auffallend erweitert. Kaninchen öffneten nicht selten den und, wie während einer angstvollen Einathmung. Drückt man die Ze- n enthaupteter Frösche mit hinreichender Kraft, so kommen Streckbewe- ngen eher zum Vorschein.

Man kann sich häufig überzeugen, daß die Lage der Anspruchsstelle 4457
ien wesentlichen Einfluß auf den Erfolg ausübt. Befindet sich das ent- upte Froschpräparat auf der mittleren Stufe der Empfänglichkeit, so rathen sich diese Beziehungen am Leichtesten. Kneipt man die Haut in r Gegend des Brustbeines, so werden die Vorderbeine gerade nach innen fährt, als wenn sie die Reizungsstelle berühren wollten. Wiederholt man n Versuch weiter nach hinten, so bleiben sie ruhig oder sie wenden sich nfalls nach hinten. Die Hinterbeine dagegen drehen sich nach vorn, reizen ihre Schwimmhäute aus, und suchen sich zu wehren, oder den eiz zu entfernen. Prüfen wir endlich die Rückenhaut, so wenden sich die orderbeine in günstigen Fällen nach hinten oder nach innen und die nterfüße nach vorn und oben. Eine enthauptete Eidechse bewegt nicht ten ihre vorderen Extremitäten, so wie man den vorderen, und die hin- en, so wie man den hinteren Theil ihrer Bauchhaut anspricht [1]).

Obgleich die von ihrer Haut entblößten Körpermuskeln die kräftigsten 4458
eflexbewegungen unter günstigen Bedingungen hervorrufen können, so enen sie sich doch hierzu in der Regel weniger, als die Hautgebilde. Ent- utet man einen Froschrumpf, so bleibt fast immer ein leiser mechanischer eiz, der den Wadenmuskel trifft, unbeantwortet. Drückt man ihn dage- n oder noch besser die Zehen kraftvoll zusammen, so kann das Präpa- t fortspringen, sobald es sich in dem Zeitraume der größten Empfäng- hkeit befindet. Das Betupfen mit Essigsäure versagt hier eher, als an n äußeren Körperbedeckungen.

Hält man sich an die Ergebnisse, welche die Extremitätennerven lie- n, so kann man im Allgemeinen behaupten, daß die Haut leichter zu eflexbewegungen führt als die Nervenstämme, in denen die empfindenden imitivfasern derselben verlaufen. Das obere Endstück des vorher durch- nittenen Hüftnerven versagt sehr häufig, wenn die Reizung der Zehen- itzen lebhafte Sprungbewegungen verursacht. Es kann jedoch auch das ngekehrte ausnahmsweise vorkommen.

Die Zweige des sympathischen Nerven führen häufig zu Reflexverkür- 4459
ngen der rothen Körpermuskeln. (§. 4453.) Joh. Müller [2]) bemerkte on, daß sich die Bauchmuskeln des Kaninchens zusammenzogen, so wie den Eingeweideast (N. splanchnicus) dicht nach innen von der Neben- ere reizte. Ich sah ein Mal das Gleiche in einem ähnlichen Versuche d bemerkte es mehrere Male, wenn ich den Lendentheil des Grenzstran- s des sympathischen Nerven angesprochen hatte. Man kann im Frosche

---

[1]) Vergl. Kürschner, a. a. O. S. 142 — 44. Paton, a. a. O. S. 263.
[2]) Joh. Müller, Physiologie. Bd. I. Vierte Auflage. Coblenz 1844. 8. S. 616.

Reflexbewegungen der Rumpf- und Extremitä
wenn man einen Darmnerven oder den ſympat
mendrückt. Es iſt mir hierbei vorgekommen, da
darmſtückes unbeantwortet blieb, die des entſpr
laufenden Nervenſtammes dagegen heftige Gege

4460 Es gelingt nicht ſelten, manche Theile zu
gungen zu zwingen, ſo wie man Nachbarſtücke,
venſtamme verſorgt werden, anſpricht. Drückt
lebender Kaninchen zuſammen, ſo wird nicht bl
verrückt, ſondern auch häufig die Speiſeröhre z
wegungen genöthigt. Die mechaniſche Reizung
kann den gleichen Erfolg nach ſich ziehen.

4461 Drückt man die Zehe des Hinterfußes ei
während der größten Empfänglichkeit mehrere
zuſammen, ſo ſtrecken ſich die Hinterbeine. D
auf dieſe Weiſe dem Eingriff zu entfliehen.
Beugung und Streckung mehrere Male mit H
noch andere wechſelnde Körperbewegungen hinz
ſuch an der Unterleibshaut an, ſo werden die
gezogen. Sie verharren in dieſer Stellung ein
Die Schwimmhäute bleiben oft indeß ausgeſpan
wieder in ihre frühere Lage zurück und ſtoßen
den anregenden Körper. Wir ſehen mit eine
fortgeſetzter Empfindungsreize eine Menge wec
vorruft. Hält ſich die Empfänglichkeit des Prä
Stufe, ſo antworten häufig die Muskeln nur
der Anregung. Es kann umgekehrt vorkommen,
enthaupteten Froſches eine Hautſtelle, die nic
wird, einige Secunden zu reiben fortfährt.

4462 Hat man das große und das kleine Gehir
fernt, ſo erhält man auffallend heftigere Reflex
ſehrten Zuſtande. Betupft man die Naſenſc
Weiſe verſtümmelten Kaninchens mit kauſtiſche
es ſich nicht nur lebhafter, ſondern ſchreit auch
enthaupteten Fröſche von dem Eingriffe, der ſi
antworten ſie viele Hautreize mit ſtürmiſcheren
benden Thiere. Schlafende Menſchen können e
thätigkeiten gezwungen werden.

Wir haben ſchon Bd. I. §. 535 — 37 geſehen, d
preisgegebene Dünndarm lebender Säugethiere wenig ob

---

[1]) De functionibus nervorum. pag. 96. Kürschner

[2]) D. F. Eschricht, Ueber das Verhältniss der un
gen zu den willkührlichen und über ihre Abhäng
Kopenhagen 1846. 8. S. 22. 23.

:n der Nahrungskanal getödteter Kaninchen die lebhafteste Peristaltik unter den gleichen
erhältnissen darbietet. Es läge daher die Voraussetzung nahe, daß wir es hier mit ei-
er Reflerwirkung, die erst durch die Unthätigkeit des Gehirns preisgegeben wird, zu
un haben, daß mithin die Luft die empfindenden Primitivfasern zuerst anregt. Ein
ersuch, den ich in diesem Sinne anstellte, unterstützt aber jene Vermuthung nicht. Ich
ödtete ein dreimonatliches Kaninchen durch Umschnürung der Luftröhre, schnitt dann den
opf los und führte einen rothglühenden Drath drei Mal hinter einander längs der
Birbelsäule bis zu dem Schwanztheile derselben hin, so daß ich der Zerstörung des Rü-
enmarkes bis zu jener Gegend sicher war. Die Muskeln der Extremitäten und des
Rumpfes zuckten auch nur, als der Drath das erste Mal durchgeführt wurde. Ich öff-
nete dann den Unterleib mit möglichster Vermeidung einer jeden mechanischen Erschütte-
rung. Die dünnen Gedärme boten aber dessenungeachtet die lebhafteste Wurmbewegung
dar. Diese dauerte lange fort und wechselte wie in Thieren, deren Rückenmark nicht
erstört worden. Die Wellen schienen höchstens vielleicht etwas träger an einzelnen Or-
en in manchen Augenblicken fortzuschreiten. Ein anderer sicherer Unterschied konnte in
einer Weise nachgewiesen werden. Schnitt ich eine Dünndarmschlinge dicht an dem Ge-
röse ab, entfernte sie aus dem Unterleibe und drückte sie an einer Stelle mit der Pin-
ette zusammen, so pflanzte sich die langsamere und schwächere Bewegung sehr deutlich
eristaltisch fort. Ich würde diesen Versuch für entscheidend halten, wenn sich mit Si-
herheit annehmen ließe, daß die durch die Zerstörung des Rückenmarkes angeregten Darm-
ewegungen bei der Eröffnung des Unterleibes überall verschwunden waren. Es unter-
eg dagegen keinem Zweifel, daß sie der Einfluß der Atmosphäre trotz der Unthätigkeit
es Rückenmarkes beträchtlich verstärkt hatte.

Da die Reflerbewegungen, welche der Rumpf und die Glieder der 4463
nthaupteten Thiere darbieten, den Schein der Zweckmäßigkeit häufig an
ich tragen, so haben manche Forscher angenommen, daß das Rückenmark
noch ein gewisses bewußtes Wahrnehmungsvermögen hat, daß gleichsam
er Sitz der Willkührerregungen der Seele dem Gehirn nicht ausschließlich an-
ehört. Eine genauere Betrachtung der Verhältnisse tritt aber dieser Auffas-
ungsweise entgegen. Hat der Rumpf eines enthaupteten Frosches seine Hinter-
eine an den Leib gezogen, so bewahrt er diese Stellung bis zum Verschwinden
er Reizbarkeit, so wie man ihn vor allen äußeren Eingriffen schützt. Er macht
eine Bewegungen, die auf eine Spur eines Willenseinflusses hindeuten.
Wenn eine enthauptete Schlange in Wellenbiegungen auf dem Boden
ortkriecht, so rührt dieses nur davon her, daß die Krümmung der einen
Seite die Haut der entgegengesetzten anspannt und so den nächstfolgenden
Empfindungsreiz hervorruft. Hängt man das Präparat in der Luft auf
oder hält man den abgehauenen Schwanz einer Eidechse im Freien, so kehren
ihnliche Erscheinungen wieder.

Wenn auch das Hinterbein des enthaupteten Frosches die Hautstelle,
ie mit einer Säure betupft worden, zu reinigen oder den Körper, der
echanisch reizt, fortzustoßen scheint, so darf man sich hierdurch nicht
äuschen lassen. Man wird häufig bemerken, daß die zu Stande kommen-
en Einzelbewegungen nichts weniger, als zweckmäßig sind und daß diese
on dem Orte der Reizung in hohem Grade abhängen. Springt der ent-
auptete Frosch fort, so rührt es nur von der plötzlichen Streckung der
Hinterbeine her. Die untergeordneten Verhältnisse unterscheiden sich aber
on denen, welche bei dem Sprunge des lebenden Thieres auftreten.

Es hängt endlich von dem Willen des unverfehrten Frosches ab, ob

er einen Hautreiz beantwortet oder nicht. Der
dert diesen Eingriff immer mit Reflexbewegung
keitsgrade des Rückenmarkes entsprechen[1]). Es
weshalb wir durch einen Nadelstich nur dann
werden, wenn er uns unvermuthet trifft, warun
Gegenbewegungen, die sonst das Kitzeln erregt, du
lens unterdrücken können und weshalb Schlafend
fieberkranke ein günstigeres Feld den Reflexbewe

Die enthaupteten Frösche führen zu manchen eigenth
Ursachen noch nicht genauer bekannt sind. Es werden in
rend oder kurz nach der Enthauptung an den Leib angez
beugt, so daß die Hände und die Finger gegen einander g
so stößt man auf einen nicht unbedeutenden Widerstand.
ren sie meist in ihre frühere Lage zurück und verharren in
aller Reizempfänglichkeit. Die Hinterbeine werden oft so
kel gegen den Unterleib, der Unter- gegen den Oberschenk
haut zusammengelegt ist. Sie lassen sich häufig kurze
Widerstand strecken und behalten dann die ihnen künstli
holt sich aber die Empfänglichkeit wieder, so werden sie
gebeugt und verharren in dieser Stellung bis zum Aufhör
das Rückenmark zerstört oder hinter dem fünften bis sec
fehlen diese Erscheinungen. Man kann die Beine in jede
daß sie ihre Stellungsverhältnisse von selbst ändern. Wir
diese Bewegungen von dem Vordertheile des Rückenmarke
Hinsicht die Beugung der Glieder auf günstigere Bedingun

Verfolgt man die Zeitverhältnisse genauer, so kann
selbstständige Beugung nicht selten früher eintritt, als die
bewegung. Man erhält nämlich häufig Froschpräparate,
streckten Hinterbeine in dieser Lage verbleiben. Sind sie sp
den, so kehren sie dann meistentheils, so wie sie gestreckt w
Es kann aber vorkommen, daß Hautreize noch keine allger
bewegungen zu dieser Zeit hervorrufen. Sie kommen erst
mark vollständiger erholt hat, zum Vorschein.

4464 Mit quergestreiften Muskelfasern versehene
einflusse unter den gewöhnlichen Verhältnissen en
Hautreize zu Reflexbewegungen gezwungen wer
Brechanstrengungen, die den Kitzel der Nasenschlei
dieses am Einfachsten. Reizte Joh. Müller
enthaupteten Schildkröte, so zogen sich nicht blo
hinteren Lymphherzen zusammen.

4465 Da die Samengänge, die Eileiter und die
thiere in Folge von Anregungen, welche die H
des oder die Schleimhaut der Scheide treffen
(S. 476.), so ergiebt sich von selbst, daß unwill
einfachen Muskelfasern versehen sind, Reflexbe
sprechenden empfindenden Hautflächen ausgehen,

[1]) Vgl. R. D. Grainger, Observations on the Struct
nal Cord. London 1837. 8. p. 55 fgg. De functionibu
ner, a. a. O. S. 134. 139. 162.
[2]) Joh. Müller, in seinem Archiv. 1840. S. 3.

zeugt sich aber auch am Frosche, daß sich der Magen, der Darm und das Herz unter günstigen Verhältnissen verkürzen, wenn man die Haut der Hinterbeine anspricht. Es können daher die Eingeweide die rothen Körpermuskeln und umgekehrt die Zehenhaut den Magen und den Darm zu Reflexthätigkeiten zwingen.

Gesunde Frösche lassen häufig einen Flüssigkeitsstrahl, so wie man sie anfaßt, aus dem After hervortreten. Hat man die Thiere enthauptet, und sind selbst ihre Blase und ihr Mastdarm gefüllt, so bieten sie doch jene Erscheinung nach Kürschner [1]) auf dem Wege des Reflexes nicht mehr dar. Reize, die selbst die Haut in der Umgebung des Afters treffen und die heftigsten Bewegungen der Glieder veranlassen, bleiben in jener Hinsicht erfolglos.

Will man die Reflexbewegungen des Magens und des Darmes, die sich von der Fußhaut aus anregen lassen, nachweisen, so muß man Präparate wählen, in denen die Gliedermuskeln selbst ruhig bleiben, weil sonst die hierdurch bedingte Erschütterung jedes Ergebniß zu verdächtigen im Stande ist. Da diese Art von Beobachtungen seltener gelingt, so will ich zwei Einzelfälle beispielsweise genauer anführen.

Ich hatte das Gehirn und die Vorderhälfte des Rückenmarkes in einem großen grünen Grasfrosche bloßgelegt. Der Eingriff und die mit ihm verbundene Blutung erschöpften das Thier in hohem Grade. Es lag wie scheintodt da. Da ich es deshalb zu keinem anderen Versuche gebrauchen wollte, so enthauptete ich es und öffnete vorsichtig den Unterleib, so daß das Magen- und das Darmgekröse völlig unversehrt blieben. Drückte ich nun eine Hinterzehe zusammen, so erhielt ich keine Bewegungen im Rumpfe oder in den Gliedern. Es zeigten sich aber die lebhaftesten Reflexbewegungen in dem Magen und in einzelnen Stellen des Dünndarmes. Wartete ich, bis sich diese Theile vollkommen beruhigt hatten, so gelang der Versuch von Neuem. Ich konnte ihn auf diese Art sechs Mal wiederholen. Versagte endlich der auf die Zehen ausgeübte Druck, so führte der Anspruch des Fuß- oder des Kniegelenks zu dem früheren Ergebnisse. Der mit Flüssigkeit gefüllte Magen zeigte hierbei zweierlei Bewegungsarten. Er schnürte sich an mehreren Stellen tief ein, so daß bedeutende Furchen zum Vorschein kamen, oder er verengerte sich in seiner Cardiahälfte zu einem schmalen Rohre, das sich in der Ruhezeit von Neuem erweiterte und abflachte. Gleichzeitige Bewegungen der Ueberreste der Kehlmuskeln kamen nicht zum Vorschein. Der Darm verkürzte sich im Anfange ringförmig. Die Wurmbewegung ging dann 1 bis 1½ Centimeter weiter. Diese Erscheinungen zeigten sich an Darmschlingen, die vom Magen entfernt lagen. Die Veränderungen folgten im Anfange dem Hautreize auf der Stelle nach. Es verging aber später eine etwas merkliche Zwischenzeit zwischen dem Hautreize und der Reflexerscheinung.

Ein anderer Versuch kann das Gleiche für das Herz anschaulich machen. Ich hatte einen kleinen grünen Grasfrosch in Aetherdunst völlig betäubt und in diesem Zustande mit salpetersauerem Strychnin vergiftet. Als ein auf die Zehen ausgeübter Druck keine Verkürzung mehr in den freien Körpermuskeln hervorrief, öffnete ich die Unterleibshöhle. Die Vorkammern und die Kammer des unbeweglichen Herzens waren strotzend mit Blut gefüllt. Drückte ich nun die Gegend des linken Fußgelenkes zusammen, so folgte ein Herzschlag auf der Stelle nach. Das Herz kehrte aber dann zu seiner Ruhe zurück. Wiederholte ich den Versuch an dem rechten Hinterbeine, so erhielt ich abermals einen einzelnen Herzschlag, dem wiederum Ruhe nachfolgte. Das Herz klopfte einige Zeit später langsam von selbst fort. Drückte ich die Vorder- oder die Hinterzehen in der längeren Pausenzeit stark zusammen, so konnte ich dessenungeachtet keine Wirkung erzielen. Bestrich ich dagegen die Haut der Vorderzehen mit Schwefelsäure, so ereignete es sich mehrere Male, daß ein kräftiger Herzschlag sogleich auftrat.

Reibt man die Bindehaut eines lebenden Menschen, so ergießt sich 4466
eine größere Menge von Thränen. Bringt man einen scharfen Körper auf die Zunge, so fließt mehr Speichel im Munde zusammen. Wir sehen

[1]) Kürschner, a. a. O. S. 140. 41.

in beiden Fällen, daß auch die Drüsengänge reflc
von Kürschner[1]) beobachtete Thatsache, daß si
Frösche, die zu Reflexbewegungen angeregt worde
migen Flüssigkeit überzogen hatte, gehört wahrsch
Man kann kaum annehmen, daß jene Mischung
Muskelverkürzungen herausgepreßt worden.

4467 Reflexempfindungen. — Eine Reihe
größtentheils krankhaften Verhältnissen angehören
zu der Voraussetzung, daß die Thätigkeit der Be
dungen zu veranlassen vermag. Angestrengtes
Nahesehen erzeugt häufig ein drückendes oder über
Gefühl in den Augenlidern, dem Auge oder de
mäßiges Gehen Schmerz in den Muskeln, vorzü
Die Gebärmutterzusammenziehungen werden von
begleitet. Manche Forscher[3]) berufen sich auch in
Seitenstechen nach angestrengtem Laufen und da
nach langem Sprechen oder Singen. Menschen,
leiden, haben häufig stärkere Anfälle bei dem K
Sprechen und Kranke, die von Hüftweh gequält
oder Gehen. Das abgewichene Auge der Schiele
merklichen Grad von Lichtscheu dar.

Keine dieser Thatsachen nöthigt unbedingt zu
flexempfindungen. Die angestrengte Bewegung
Blutlauf und die Ernährungsverhältnisse derselbe
ihnen angehörenden oder die sie durchsetzenden Em
erregen. Der Wechsel ihres Umfanges und die Z
welche die Verkürzung begleiten, wären im Stan
stämme, die sich in ihrer Nähe befinden und die
widrige Empfänglichkeit darbieten, zu reizen. D
nach innen schielenden Auges, das Bemühen die D
könnte von der Lichtscheu desselben Rechenschaft g

4468 Eine andere Grunderscheinung, die von ma
achtet worden, würde eher die Möglichkeit der
deuten. Es kann nämlich vorkommen, daß ein M
Weise verkürzt ist, fortwährende Schmerzen in de
nicht unmittelbar gedrückt werden, unterhält. Di
beseitigt dann die regelwidrigen Empfindungen.
sible Lähmungen herbeiführen, oder wenn sie vor
Fällen aufheben können.

Wenn ein Mensch an freiwilligem Hinken zu leiden
so starke Schmerzen im Oberschenkel und vorzüglich im Kni

[1]) Kürschner, a. a. O. S. 153. 54.
[2]) L. Stromeyer, Ueber Paralyse der Inspirationsm
S. 90. Göttinger gelehrte Anzeigen. 1836. 8. S. 689
actionis nervorum et motoriorum et sensoriorum. Erla
[3]) J. Henle, Handbuch der rationellen Pathologie. Zwei
8. S. 211. 12.

in das Knie- und nicht in das Hüftgelenk zu versetzen versucht wird. Sind die Beuger des Oberschenkels (Psoas und Iliacus internus) übermäßig angespannt, so tritt jene Täuschung nach Stromeyer am Leichtesten hervor. Sie kehrt auch nach ihm in anderen Leiden, in denen die Beugemuskeln (Psoas, Iliacus internus, Pectineus, Sartorius) das Gleichgewicht gestört haben, wieder. Der Oberschenkel von Kranken, die an dem Hüftleiden der Alten (Malum coxae senile) darniederliegen, ist nicht gebeugt, sondern gestreckt. Der Schmerz wird hier nicht im Kniee, sondern an der Hinterseite des Oberschenkels bis nach der Kniekehle hinab wahrgenommen.

Einzelne Menschen litten an so heftigen Schmerzen in dem Ellenbogen- oder dem Kniegelenke, daß sich die Wundärzte zur Absetzung des Oberarmes oder des Oberschenkels verleiten ließen. Die Gelenke boten aber nur geringe Entartungen, welche die furchtbaren Leiden nicht erklärten, dar. Es kehrten auch die Schmerzen in dem vernarbten Stumpfe wieder. Mochte man dann die Nerven desselben von Neuem lostrennen oder eine abermalige Amputation des Oberarmes oder des Oberschenkels vornehmen, so blieb doch die Qual hartnäckig zurück. Erst die Ausschälung aus dem Schulter- oder dem Hüftgelenke soll diese beseitigt haben [1]).

Wir werden in der allgemeinen Nervenphysiologie sehen, daß die Entartung der hinteren Wurzeln der Nerven eines Gliedes die furchtbarsten Schmerzen in diesem erzeugen kann. Wird es abgesetzt, so erhält sich die Qual weil die Ursache selbst immer noch fortdauert. Läge diese Thatsache der eben erwähnten Erscheinung zum Grunde, so ließe sich nicht einsehen, weshalb der Schmerz erst nach der Heilung der Amputationswunde von Neuem auftreten und mit der Ausschälung aus dem Rumpfgelenke gänzlich schwinden sollte. Froriep glaubte daher annehmen zu müssen, daß eine krankhafte Verkürzung einzelner Muskeln die Schmerzensempfindungen auf dem Wege der Uebertragung erzeugt. Die zuletzt erwähnten Nebenverhältnisse könnten hierdurch eher erklärt werden.

Es fehlt noch an hinreichend vollständigen Beobachtungen, um ein hinreichend sicheres Urtheil in dieser Hinsicht zu fällen. Mayo führt eine Krankengeschichte an, in der Knochenplättchen die hinteren Nervenwurzeln bedeckten. Man sieht, daß diese Erfahrung keine genügende Erklärung möglich macht. Läge eine krankhafte Verkürzung der Erscheinung zum Grunde, so ließe sich erwarten, daß die Trennung der zusammengezogenen Muskeln die Qualen beseitigen werde. Chirurgische Erfahrungen haben diesen Punkt noch nicht entschieden.

Es ereignet sich, daß die krampfhafte Zusammenziehung der Schließmuskeln, die an der Afterspalte angebracht sind, von den heftigsten Schmerzen begleitet wird. Die Durchschneidung jener Verkürzungsgebilde beseitigt die qualvollen Empfindungen. Es frägt sich jedoch, ob nicht hierbei die mechanischen Einwirkungen, welche die sensiblen Nerven betroffen haben, aufgehoben oder diese selbst durchschnitten worden sind.

Hatte Stromeyer die Sehnen der beiden Fingerbeuger in der Mitte des ersten Gliedes getrennt, so bemerkte der Kranke sogleich, daß er seinen Finger nicht fühle. Ein Anderer, der sich in dem gleichen Falle befand, unterschied dessenungeachtet zwei in einer gewissen Entfernung auf die Finger gesetzten Zirkelspitzen als gesonderte Punkte (§. 4173.). Reißt die Achillessehne in Folge einer zufälligen Verletzung oder wird sie von dem Wundarzte absichtlich durchschnitten (Bd. II. Abth. I. S. 329.), so verringert sich nach Stromeyer die Tastempfindlichkeit der Haut oder des Fußes, sobald das Glied gut genähert ist. Die Erscheinung tritt aber in abgezehrten Gliedern in den Hintergrund [2]). Ich war nicht so glücklich, sie bei einem kräftigen und wohlgenährten jungen Manne wiederzufinden. Es frägt sich auch, welche Nervenverletzungen die Trennung der Achillessehne in Einzelfällen begleiten können.

Breuning [3]) giebt endlich an, daß die S. 436 erwähnte Lähmung der Gliedmaaßen mittelst der Durchschneidung der schwach angespannten Muskeln, vorzüglich der Beuger des Unterschenkels (Biceps, Semitendinosus, Semimembranosus), geheilt zu werden vermag.

---

[1]) H. Mayo, Grundriss der speciellen Pathologie. Uebersetzt von F. Amelung. Abth. I. Darmstadt 1838. 8. S. 112.

[2]) Vergl. auch J. Heine, Physio-pathologische Studien aus dem ärztlichen Leben von Vater und Sohn. Eine Gedächtnißschrift für J. G. Heine, den Orthopäden. Stuttgart und Tübingen 1842. 8. S. 64.

[3]) J. v. Breuning, Wiederbelebung gelähmter Gliedmaaßen durch den Sehnenschnitt. Wien 1844. 8.

Einzelne Forscher glaubten sich noch in dieser Hinsich
berufen zu können. Sie haben hervor, daß die Verkürzu
muskeln und die Verengerung des Sehloches die Auffassu
stände erleichtert, daß die Thiere ihre Ohrmuskeln für d
nehmen, daß die Bewegungen der Nase das Riechen und
begünstigen. Es sollte daher die Muskelbewegung die F
ben. Wir haben aber in der Betrachtung der einzelnen
alle diese Veränderungen nur günstige mechanische Bedingu
Auffassung schwacher Eindrücke erleichtern.

4469 Nimmt man an, daß die Reflexempfindunge
der Anregungen in dem centralen Nervensystem
artigen, oben erwähnten Nebenbedingungen abh
die Erscheinung daraus erklären, daß die grauen
wegungsfasern beherrschen, ihren Zustand den be
gebilden des centralen Nervensystems mittheilen.
veranlassen, wird dann nach den entsprechenden
versetzt.

J. Heine [1]) versuchte die Verhältnisse unter einem
fassen. Kann ein Bewegungsnerv seine Kraft aus irgend e
nicht entladen, so häuft sie sich in dem entsprechenden Cent
barten Empfindungsbezirke und führt auf diese Weise S
zeichnet dieses Verhältniß mit dem Namen des Belastungs

Diese Auffassungsweise stößt auf manche Schwierigkeit
warten, daß die Lähmung des Antlitznerven mit Gesichts-
Gliederschmerz verbunden ist. Die Erfahrung bestättigt die
noch für den Menschen. Sollten die Empfindungen, we
gungen nach sich ziehen, nicht von den §. 4467 angeführten
Uebertragungsthätigkeit des centralen Nervensystemes herri
lastung entgegengesetzter Zustand den gleichen Erfolg, wie di
dann zu der Voraussetzung seine Zuflucht nehmen, daß di
mehr Kraft als sie im Augenblicke verbrauchen, durch di
scheinungen gewinnen.

4470 Mitbewegungen. — Eine größere Me
meistentheils gleichzeitig oder kurz hinter einande
folge. Diese Thätigkeitsverbindung gehorcht häuf
plane, dessen sich das thierische Geschöpf nicht be
hin von organischen Einrichtungen abhängen m
verknüpft auch hier wiederum die zerstreuten Gl
Einheitswirkung.

4471 Die große Reihe der Mitbewegungen, die
Körper antreffen, kann in drei verschiedene Grup
eine bildet an und für sich eine Unvollkommenhei
es nöthig ist, durch Mühe und Uebung beschrän
umgekehrt gewisse Vortheile, die aber nicht zur E
erläßlich sind. Wir suchen uns daher sehr hä
Fertigkeiten zu bestimmten Zwecken anzueignen.

---

[1]) J. Heine, Physio-pathologische Studien. Stuttgart u
93 — 101.

r manche Thätigkeiten nicht entbehrt werden. Sie ist deshalb angeboren
ıd arbeitet automatisch durch die unwillkührlichen Einflüsse des Ner-
:nsystems.

Die Unvollkommenheit des Willensbefehles führt in der Regel zu 4472
r ersten Klasse von Mitbewegungen. Die meisten Menschen verrücken
re Stirnhaut, so wie sie die Augenlider schließen wollen. Bemühen sie
h, die Nasenflügel möglichst emporzuheben oder ihr äußeres Ohr will-
hrlich zu bewegen, so verziehen sie zugleich verschiedene Theile ihres Ge-
htes. Manche sind nicht im Stande, nur ein Auge zu schließen, andere
ır ein Ohr zu bewegen. Wir können beide Arme mit Leichtigkeit gleich-
itig nach vorn oder nach hinten drehen. Soll aber die Radbewegung
s einen Armes der des anderen entgegengesetzt sein, so stoßen wir auf
ößere Schwierigkeiten. Es ist vielen unmöglich, den Zeige- und den
littelfinger einerseits und den Ring- und den kleinen Finger anderseits
sammenzuhalten und diese beiden Fingerpaare wechselseitig zu entfernen.
ie nachdrückliche Kraft des Willens, die anhaltende Uebung vermag alle
ese Unvollkommenheiten zu beseitigen.

Die Bewegungen, die das Kind allmählig erlernt, viele Turnkunst- 4473
icke, einzelne musikalische Handgriffe fußen auf den umgekehrten Verhält-
ssen. Der Mensch gewinnt hierbei die Fertigkeit, Muskelthätigkeiten, die
ıher nur vereinzelt auftraten oder die sich selbst theilweise ausgeschlossen
ben, auf das Zweckmäßigste zu verbinden.

Die dritte Gruppe der hierher gehörenden Erscheinungen umfaßt die 4474
eichzeitige entsprechende Ortsveränderung beider Augen, die regelmäßige
eihenfolge der Schluckbewegungen, das Athmungsspiel, das Lachen, das
einen, das Gähnen, das Niesen, das Husten, die gleichzeitigen Thätig-
:ten der Kehlkopf- und der Brustmuskeln bei dem Schreien und der
timmbildung überhaupt, die Verkürzung der verschiedenartigen Muskeln,
:lche die Harn-, die Samen-, die Stuhlentleerung oder das Erbrechen
gleiten und die Bauchpresse, welche diese Thätigkeiten und die Ausstoßung
r Leibesfrucht zu unterstützen vermag.

Die wenigsten Mitbewegungen lassen sich aus der Anordnung der 4475
:uskelmassen allein erklären. Man kann höchstens vielleicht einzelne der
2919 erwähnten Eigenthümlichkeiten der Fingerbewegung und manche
eichzeitige Verkürzungen der Gesichtsmuskeln unter diesem Gesichtspunkte
ffassen. Der bei weitem größte Theil der übrigen Erscheinungen dage-
n hängt von der Einrichtung der sie beherrschenden Centralwerkzeuge
. Es gelingt sogar in vielen Fällen, die Bezirke des Nervensystems,
:lche diese Rolle übernehmen, auf dem Wege des Versuches nachzuweisen.
ir werden z. B. in der Folge sehen, daß die zweckmäßige Stellung der
ıgen von den Vierhügeln und vielleicht dem kleinen Gehirn, die verschie-
ıartigen Athmungs- und Stimmthätigkeiten und die Schluckbewegungen
n dem verlängerten Marke und dem obersten Theile des Rückenmarkes,
: passende Verbindung der einzelnen zusammen gehörenden Beuger,
:recker, Anzieher oder Abzieher der Glieder von dem Rückenmarke her-
hren. Es giebt mit einem Worte Organe oder richtiger Bezirke des

centralen Nervensystems, deren Spiel gewisse E
gen anzuregen oder zu unterhalten im Stande i

Wir wollen die vorzüglichsten der hierher gehörende
gehen, um deren Eigenthümlichkeiten klar zu machen.

Der Gesunde hebt oder senkt beide Augen gleichzeiti
oberen oder die unteren Augenmuskeln in demselben A
nach einem in der Mitte liegenden Gegenstande, so wälzen
nach innen, je früher sich die Leitlinien schneiden sollen.
weit nach außen, so rollt das eine Auge nach außen und
und §. 3860.). Es hängt mithin von der Lage der sicht
beiden inneren geraden Augenmuskeln oder der äußere der
deren Seite die Hauptrichtung bestimmen.

Wir haben schon §. 3894 fgg. gesehen, daß dieser Um
pelbildern verhütet. Rollte das eine Auge nach oben, w
ginge, so würden die hinteren Enden der beiden Sehachse
größter Deutlichkeit auffassen. Es ergiebt sich hieraus, d
mit zwei Augen jene gegenseitigen Verbindungen der ve
aussetzt.

Manche Forscher [1]) nehmen an, daß wir diese zweck
erlernen, als das Sprechen oder Gehen. Man kann ab
sich das Kind die Fertigkeit allmählig aneignet, die den Er
vergenzgrade zu treffen. Es ist dagegen kaum zu bezweifel
scheinung in der Anordnung der nervösen Centralgebilde
der Hauptsache nach zu den angeborenen und nicht zu der
hört. Die Thatsache, daß Menschen, denen beide Augen
gelaufen, das eine dessenungeachtet nach außen und das an
schon für diese Auffassungsweise. Die Versuche, die wir
das Gleiche. Wir können nämlich jene unzweckmäßigen V
Folge sehen werden, durch Verletzungen des kleinen Gehir
lich hervorrufen, so daß sich z. B. das eine Auge nach ob
weiter nach innen und dieses mehr nach außen richtet. D
sprünglich auf die Augenmuskeln und die Regenbogenhau
theilt sich aber in ihnen eine Anregung, welche die eine
anderen sehr leicht mit. Es erklärt sich auf diese Weise, w
eine Auge kurz nach der Geburt ausgelaufen, den Stump
entsprechende Art mitbewegt und warum die Pupille eines
derungen des gesunden zu folgen im Stande ist.

Die scheinbar willkührliche Bewegung des Sehloches
nissen. Wir haben §. 3586 gesehen, daß sich häufig d
verengt und bei dem Blicke in die Ferne erweitert, daß
der Zu- und ihre Vergrößerung mit der Abnahme der Conv
Gesetzt wir hätten zwei hinter einander befindliche Leuchtpu
zwei auf einem Lineal senkrecht stehende Stecknadeln und
gerung der Sehachse *Ai*, so muß die andere Sehachse in *k*
und in *qp*, so wie sie *o* deutlich auffassen. Die Pupi
trachtung von *d* enger und bei der von o weiter. Ueb
ein, so kann man es endlich so weit bringen, daß man da
zu rollen vermag, während *e* still steht.

---

[1]) C. G. T. Ruete, Neue Untersuchungen und Erfahru
seine Heilung. Göttingen 1841. 8. S. 31 fgg. Desse
thologie und Physiologie der Augen und Ohren. H
Seite 298.

[2]) J. Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur P
Prag 1819. 8. S. 124.

Fig. 352.

Die Kunst, die Pupille willkührlich zu erweitern, besteht darin, daß man die Augenlider von *c* schließt und den Augapfel *c* nach innen rollen läßt, während *c* unbeweglich bleibt. Man sieht leicht, daß dann die Thätigkeit des inneren geraden Augenmuskels von *c* die Verkleinerung der Pupillen beider Augen nach sich zieht.

Rollt der eine Augapfel bei dem Seitenblick nach außen und der andere nach innen, so fehlt die Pupillenverkleinerung. Diese tritt dagegen hervor, so wie beide Augen convergiren oder das eine nach innen geht, während das andere still steht. Nun versorgt der untere Ast des gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven (R. inferior N. oculomotorii) den inneren geraden Augenmuskel und die Regenbogenhaut des Auges (§. 4277.), während der äußere gerade Augenmuskel von dem äußeren Augenmuskelnerven (N. abducens) abhängt (§. 4296.). Wir können hieraus schließen, daß die Unthätigkeit dieses Nerven die gleichzeitige Wirkung der verschiedenartigen Fasern des unteren Astes des dritten Hirnnerven möglich macht [1]).

Die regelmäßigen Schluckbewegungen der Speiseröhre (§. 2322.) hängen ebenfalls von dem Einflusse bestimmter Centraltheile des Nervensystems ab. Ihr Bezirk liegt,

finden werden, in dem verlängerten Marke und dem obersten Theile des
kes. Hat man die beiden herumschweifenden Nerven des Kaninchens über ihrem
en (dem Gegenstücke des ganglienförmigen Geflechtes des Menschen) durchschnit-
n sich zwar noch die Speiseröhre im Ganzen zusammenziehen. Es sind aber die
nden Wellen, welche das Schlucken im Leben begleiten, nicht mehr möglich.
hr auch die Bewegungen des Herzens von den Centraltheilen des Nerven-
hängen, so kann doch der Wechselschlag der Vorkammern und der Kammern
ernung des verlängerten Markes und des Rückenmarkes fortdauern. Das
dagegen führt zu anderen Erscheinungen. Wir haben hier ebenfalls periodische
ngen. Die Ausathmung löst die Einathmung ab. Der Muskelbezirk, der für
holen in Anspruch genommen wird, ändert sich nach dem Willensbefehle oder
Größe des Athmungsbedürfnisses. (Bd. I. §. 1228.). Wir werden in der Folge
man die Ausdehnung der thätigen Verkürzungsgebilde immer mehr beschrän-
je höher oben man das Rückenmark durchschneidet. Die Zerstörung des ver-
Markes hemmt aber das ganze Athmungsspiel, es mögen die übrigen Theile
en Nervensystems vorhanden sein oder nicht. Diese Thatsache führt schon zu
sse, daß die anregende Mechanik der Athembewegungen in dem verlängerten
vorn herein liegen muß.
usſonderung des Stuhles oder des Harnes führt zu einer Reihe

---

[1]) hypothetische Vorstellungen, welche auf dieser Grundlage ruhen, finden sich bei Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. Abth. I. Lz 1837. 8. S. 85 -- 87. De functionibus nervorum. p. 31.

[illegible] Mitbewegungen, die mit den Lebenserscheinun[illegible] Innigste verbunden sind. Soll der Urin willkührlich [illegible] Muskelmassen, welche den Ausgang der Harnblase [illegible] diese verkleinern, mit oder ohne die Nebenhilfe der Bauch[illegible] Bd. I. §. 1[illegible]. Aehnliche Erscheinungen wiederhole[illegible] Bd. I. §. [illegible] fgg. Ist das Rückenmark oberhalb seine[illegible] durchrissen, so kann der Willenseinfluß jene Thätigkeiten [illegible] die Reflexbewegungen mit größerer Lebhaftigkeit hervortre[illegible] dem Gehirn aufgehoben worden §. 4462., so bleiben dan[illegible] muskeln der Blase und des Mastdarmes hartnäckig ver[illegible] Koth treten dagegen fortwährend heraus, so wie wahrsche[illegible] Länge des unteren Theiles des Rückenmarkes ergriffen ha[illegible]

4476 Wenn der ungeübte Mensch mehrere Gesi[illegible] sammenziebt, so können wir schließen, daß die [illegible] nur einzelne Fasern des Antlitznerven in Thätig[illegible] barte Fasern übertragen wird. Die Erscheinu[illegible] stürmischeren Verhältnissen für Bewegungsgrup[illegible] Centraltheilen des Nervensystems abhängen, unzu[illegible] len. Wenn ein Mensch, der sich in Athemnoth[illegible] Mund und die Nasenlöcher möglichst weit öffnet, [illegible] zerrt, so trägt dieses zu seiner Erleichterung [illegible] drücke führen überhaupt leicht zu solchen sonst f[illegible] gungen. Ein zorniger Mensch wird daher eher [illegible] sich zu schlagen und ein furchtsamer, unpassend[illegible] er niederfällt, vorzunehmen. Das Abspielen de[illegible] Nervensystems geht umgehrt ohne Weiteres um [illegible] sich, je mehr die Uebung vorgearbeitet hat. Wi[illegible] gen Einzelverkürzungen, die das Gehen oder La[illegible] Musiciren und überhaupt alle Beschäftigungen, [illegible] haben, voraussetzen.

Wir werden bei der genaueren Betrachtung des Rü[illegible] die regulirte Beugung und Streckung der Glieder die Hil[illegible] len Nervensystems in Anspruch nehmen muß.

Nebenstörungen können häufig die geordnete Reihenf[illegible] ben. Sie sind auch umgekehrt im Stande einen Sturm[illegible] erscheinungen zu bedingen.

Das Schielen und das Stottern, das häufig in verle[illegible] auftritt (Bd. II. Abth. I. S. 415.), die Unregelmäßigke[illegible] Athmens, welche heftige Gemüthseindrücke oder anstren[illegible] sich ziehen, die unwillkührliche Verzerrung der Gesichtsmu[illegible] gen, mit denen einzelne Violinisten ihr Spiel begleiten, di[illegible] des ganzen Körpers, welche andere Musiker in dem gleic[illegible] der ersten Klasse von Erscheinungen. Leidet einmal das [illegible] gewissen Grade von krankhafter Empfänglichkeit, so finden [illegible] bewegungen gleichzeitig oder unmittelbar nach einander ein[illegible] Sucht und ähnliche Krankheiten liefern in dieser Beziehun[illegible] Die Betrachtung der Stimmungszustände des centralen [illegible] eine Reihe anderer Belege vorführen.

Es kann im Menschen vorkommen, daß gelähmte [illegible] nicht mehr oder wenigstens in keiner beträchtlichen Ausdeh[illegible] Ortsveränderungen auf dem Wege der Mitbewegung veran[illegible] Reflexbewegungen bedingen, oder innere Anregungen, die

ziehen, scheinen diese Eigenthümlichkeiten am Häufigsten herbeizuführen. Es kann sich B. ereignen, daß ein Hemiplegischer seinen gelähmten Arm bei dem Gähnen oder in ge eines Kitzels, der die Umgebung der Nasenöffnungen trifft, emporhebt oder daß den gelähmten Fuß bei dem Husten in die Höhe schleudert [1]). Es kommt bisweilen in m- oder Rückenmarksleiden vor, daß die Kranken, wenn sie etwas ergreifen oder sonst Bewegung machen wollen, mit ihren Extremitäten auf das Heftigste um sich schlagen daß diese ausgedehnten und unzweckmäßigen Verkürzungen eine halbe Stunde lang bis zu völliger Erschöpfung überhaupt fortdauern. Solche Menschen unterdrücken er die Ausführung ihrer Willensbefehle, weil sie die Folgen derselben nicht mehr zu men vermögen.

Es ereignet sich, daß die Willenskraft Krämpfe und Mitbewegungen, die sonst regelwi- ger Weise auftreten, beseitigt. Wird dagegen die Ausführung einer Bewegung erschwert r gehindert, so verkürzen sich nicht selten andere Theile, die zu der beabsichtigten Orts- änderung Nichts beitragen. Will z. B. ein Kranker seinen gelähmten Fuß bewegen, ziehen sich nicht selten die Muskeln des Rumpfes oder des Gesichtes zusammen. Die nischen Bewegungen eines Menschen, der eine bedeutende Last emporzuheben versucht, ören ebenfalls hierher. Die kraftvolle Anregung, der das centrale Nervensystem in sol- Fällen unterliegt, erschüttert gleichsam Centraltheile, die sich für den beabsichtigten eck nicht zu betheiligen brauchen.

Mitempfindungen. — Sie gehören fast ausschließlich ungewöhn- 4477
)en oder regelwidrigen Verhältnissen an. Das gesunde Leben muß die itempfindungen möglichst zurückweisen, weil durch sie die Auffassung der rtlichkeit gestört, der schwächere Eindruck durch den stärkeren unterdrückt er die Aufmerksamkeit überhaupt unnöthig getheilt würde.

Haben wir auf ein Sandkorn gebissen, einen Bindfaden oder einen 4478
rath zwischen den Zahnreihen durchgezogen, sehr feine klirrende oder ist ungewohnte Töne, wie sie z. B. bei dem Kritzen auf einer Schiefer- el, einer Glasscheibe oder bei dem Ausfeilen einer Säge entstehen, ge- rt, reiben wie endlich den Nacken mit den steifen Haaren einer Bürste, überfällt uns ein Schauergefühl, das sich längs des Rückens und eines eiles der übrigen Körperoberfläche dahinzieht. Es erzeugt sich in der gel einen Augenblick später, als die ursprüngliche Anregung zum Be- ißtsein kommt, wie wenn eine gewisse Zeit für die Uebertragung und en weitere Folgen in Anspruch genommen würde. Die Zerrung oder Unterbindung eines Nervenstammes kann ein Gefühl von Brennen der ganzen Haut veranlassen.

Die Nachbarschaft der Nervenfasern führt bisweilen zu örtlich be- 4479
ränkten Mitempfindungen. Hatte ich einen hohlen Backzahn, so fuhr ht selten ein heftiger Stich nach jenem hinab, so wie das Rasirmesser der Wange der gleichen Seite dahingleitete. Ein starker Druck blieb gegen völlig erfolglos. Die Ausübung des Beischlafes oder jede an- e Reizung der Haut des männlichen Gliedes kann zur Wahrnehmung n Feuerbildern oder zu Ohrensausen, zu einem Gefühl des Druckes in der gend der Augen oder der Nase, zu Kopfschmerzen, zu einer eigenthüm-)en nagenden Empfindung im Magen oder zu Heißhunger führen. Die izung eines einzelnen Fingernerven vermag heftige Schmerzen im gan- Arme zu erregen. Ist der Nervenknollen eines Amputationsstumpfes

[1]) Marshall Hall, in Müller's Archiv. 1839. S. 213. Kürschner, a. a. O. S. 127.

wechselnder Mitbewegungen, die mit den Lebenserscheinungen des Rückenmarkes
Innigste verbunden sind. Soll der Urin willkührlich hervortreten, so müssen
Muskelmassen, welche den Ausgang der Harnblase schließen, erschlaffen und di
diese verkleinern, mit oder ohne die Nebenhülfe der Bauchpresse in Thätigkeit
(Bd. I. §. 1566.). Aehnliche Erscheinungen wiederholen sich bei der Kothe
(Bd. I. §. 562 fgg.). Ist das Rückenmark oberhalb seines Lendentheiles der Q
durchrissen, so kann der Willenseinfluß jene Thätigkeiten nicht mehr beherrsch
die Reflexbewegungen mit größerer Lebhaftigkeit hervortreten, sobald die Verbin
dem Gehirn aufgehoben worden (§. 4462.), so bleiben dann hier nicht selten die
muskeln der Blase und des Mastdarmes hartnäckig verschlossen (§. 4443.).
Koth treten dagegen fortwährend heraus, so wie wahrscheinlich die Zerstörung
Länge des unteren Theiles des Rückenmarkes ergriffen hat.

4476 Wenn der ungeübte Mensch mehrere Gesichtsmuskeln statt ei
sammenzieht, so können wir schließen, daß die willkührliche Anreg
nur einzelne Fasern des Antlitznerven in Thätigkeit setzen soll, auf
barte Fasern übertragen wird. Die Erscheinung kann sich auc
stürmischeren Verhältnissen für Bewegungsgruppen, die von bes
Centraltheilen des Nervensystems abhängen, unzweckmäßiger Weise m
len. Wenn ein Mensch, der sich in Athemnoth befindet, nicht b
Mund und die Nasenlöcher möglichst weit öffnet, sondern sein Ges
zerrt, so trägt dieses zu seiner Erleichterung Nichts bei. Hefti
drücke führen überhaupt leicht zu solchen sonst ferner liegenden B
gungen. Ein zorniger Mensch wird daher eher in Versuchung ges
sich zu schlagen und ein furchtsamer, unpassende Bewegungen, d
er niederfällt, vorzunehmen. Das Abspielen der Claviatur des c
Nervensystems geht umgekehrt ohne Weiteres um so leichter und bes
sich, je mehr die Uebung vorgearbeitet hat. Wir denken nicht an di
gen Einzelverkürzungen, die das Gehen oder Laufen, das Schreib
Musiciren und überhaupt alle Beschäftigungen, die wir länger ge
haben, voraussetzen.

Wir werden bei der genaueren Betrachtung des Rückenmarkes kennen ler
die regulirte Beugung und Streckung der Glieder die Hülfe dieses Abschnittes de
len Nervensystems in Anspruch nehmen muß.

Nebenstörungen können häufig die geordnete Reihenfolge der Mitbewegung
ben. Sie sind auch umgekehrt im Stande einen Sturm von unpassenden Bew
erscheinungen zu bedingen.

Das Schielen und das Stottern, das häufig in verlegenen oder erzürnten
auftritt (Bd. II. Abth. I. S. 415.), die Unregelmäßigkeiten des Herzschlages
Athmens, welche heftige Gemüthseindrücke oder anstrengende Körperbewegung
sich ziehen, die unwillkührliche Verzerrung der Gesichtsmuskeln oder die Zuge
gen, mit denen einzelne Violinisten ihr Spiel begleiten, die Vor- und Rückwärts
des ganzen Körpers, welche andere Musiker in dem gleichen Falle darbieten, g
der ersten Klasse von Erscheinungen. Leidet einmal das centrale Nervensystem a
gewissen Grade von krankhafter Empfänglichkeit, so finden sich die ausgedehntes
bewegungen gleichzeitig oder unmittelbar nach einander ein. Der Veitstanz, die
Sucht und ähnliche Krankheiten liefern in dieser Beziehung die ausgedehntesten
Die Betrachtung der Stimmungszustände des centralen Nervensystems wird a
eine Reihe anderer Belege vorführen.

Es kann im Menschen vorkommen, daß gelähmte Theile, über die der W
nicht mehr oder wenigstens in keiner beträchtlichen Ausdehnung gebietet, zu vollst
Ortsveränderungen auf dem Wege der Mitbewegung veranlaßt werden. Hautreize
Reflexbewegungen bedingen, oder innere Anregungen, die allgemeinere Bewegung

Wechselwirkung der Empfindungen und der Bewe- 4481
gungen.— Es versteht sich von selbst, daß die Empfindungseindrücke die Muskelbewegungen in hohem Grade bestimmen können. Wir greifen nach Dingen, die wir sehen, wenden den Kopf nach denjenigen Gegenständen, welche das Gesicht, das Gehör, oder den Geruch anregen sollen, bestimmen die Convergenz der Augäpfel nach Maaßgabe der Entfernungen u. dgl. m. Die Tastempfindlichkeit der Haut der Fußsohlen übt oft einen merklichen Einfluß auf die Stellungs- und die Bewegungsverhältnisse aus. Hat man die hinteren Nervenwurzeln des Hüftgeflechtes eines Frosches (16 bis 18 Fig. 351.) durchschnitten, so kann das Thier über die Muskeln seiner Hinterbeine willkührlich gebieten. Es macht aber hin und wieder unpassende Bewegungen, weil es den Boden, auf dem es ruht, nicht mehr fühlt. Menschen, die an bloßer Gefühlslähmung der Beine leiden, gehen daher auch minder sicher als Gesunde. Die Gesichtswerkzeuge können endlich auch noch in dieser Hinsicht bestimmend eingreifen. Es giebt Kranke, die mit offenen Augen sicher stehen, mit verbundenen dagegen schwanken oder selbst umfallen. Die mehr oder minder unsichere Haltung, welche Blindgeborene darzubieten pflegen, rührt wahrscheinlich davon her, daß die Hilfe des Gesichtes für die Erlernung der nöthigen Körperbewegungen hinwegfiel.

Man bemerkt leicht, daß bewußte oder unbewußte Geisteseinflüsse ins 4482
Mittel treten, um die Bewegungen den Empfindungsverhältnissen gemäß einzurichten. Es frägt sich dagegen noch, ob umgekehrt die bewegenden Nervengebilde auf die Empfindungserscheinungen unmittelbar zurückwirken. Ein Mensch, der an Lähmung der Gesichtsmuskeln leidet, oder ein Hund, dessen vordere Nervenwurzeln durchschnitten worden, kann noch den geringsten Nadelstich oder jeden anderen Eingriff deutlich spüren. Ein Thier, dem die beiden Unterzungennerven ausgerissen worden, besitzt noch unzweifelhaft Tast- und Geschmacksempfindungen. Man sieht, daß hier die gleiche Unsicherheit, wie in den Reflexempfindungen wiederkehrt.

Einzelne Krankheitserscheinungen, die hierher gerechnet werden könnten, bedürfen noch einer genaueren Prüfung, z. B. die schon S. 493. angeführte Erfahrung, daß die Durchschneidung der Beugemuskeln des Unterschenkels die Unthätigkeit des Beines zu beseitigen vermag, daß sich manche Bewegungslähmung mit einer erhöhten Empfindlichkeit der entsprechenden Hautstellen verbindet oder daß die Trennung einzelner Augenmuskeln von Schielenden das Sehen nicht bloß optisch verbessert, sondern auch die Netzhaut an und für sich stärkt. Wären auch diese Thatsachen unzweifelhaft festgestellt, so ließen sie sich auch noch auf anderem Wege befriedigend erklären.

Einfluß des Blutes auf das Nervensystem. — Empfängt 4483
das Gehirn eines Menschen kein hellrothes, sondern dunkelrothes Blut, so finden sich binnen Kurzem Sinnestäuschungen, wie Funkensehen, Schwarzwerden vor den Augen, Ohrensausen und außerdem Schwindel, Uebelkeiten, Ohnmacht, Schlafsucht und Betäubung ein. Leute, die sich einen Strick um den Hals geschnürt haben, sollen von Empfindungen der Wollust in den ersten Augenblicken heimgesucht werden. Die Athembewegungen verstärken sich immer mehr. Es gesellen sich Verzerrungen der Antlitzmuskeln, lebhafte Bewegungen der Nasenflügel und der Kiefer, kräftige Schläge der Bauchmuskeln, ungestüme Ortsveränderungen der Glieder

und überhaupt ein hoher Grad von Unruhe hin
den nach und nach seltener, aber tiefer. Sie w
mit beträchtlicher Stärke, wenn selbst alle übrig
gewichen sind. Das Herz schlägt mittlerweile
rascher und krampfhafter. Verzerrungen der
Umherrollen der Augen, Vorfall der Zunge aus
heftige Krämpfe und unwillkührlicher Abgang vor
Harn oder Koth können die letzten Lebensauge
§. 1388 fgg.). Die meisten dieser Erscheinunge
widrigen Thätigkeit des verlängerten Markes ab

4484 Hat man die Bauchaorta eines Kaninchens
bunden, so ist die Bewegung der Hinterbeine i
schwächt. Die Thiere können nicht recht stehen,
theile ihres Körpers ein und schleppen die Füße
Muskeln zittern bisweilen in krampfhafter Weise
Sie können jedoch einen großen Theil ihrer Krä
dergewinnen. Menschen, denen die eine Leisten
unterbunden worden, pflegen bald darauf ihre v
das kranke Bein zu verlieren. Sie klagen nicht
in der Haut desselben (§. 2275.).

Es versteht sich von selbst, daß die Möglichkeit ein
mungserscheinungen aufheben oder verringern wird. Sie
im Frosche weniger hervor, wenn man die Bauchaorta vo
von vorn her unterbindet. Die Durchschneidung der Bauc
der Schlagadern der Bauchwände auf. Hatte Staunius
hinter der Abgangsstelle der Nierenschlagadern zugeschnü
¼ Stunde später nur in sehr geringem Grade gelähmt.
daß sich die ober- und unterhalb der Nierenschlagadern
unter einander vereinigen[2]).

4485 Ein starker Blutverlust, wie er z. B. nach
Verwundungen, bei Gebärmutterblutflüssen, nach
adergeschwulst oder bei übermäßigen Aderlässen
mungsangst, Schwäche und Unregelmäßigkeit des
Uebelkeiten, Schwarzwerden vor den Augen, D
wechselnden Verzerrungen der Gesichtsmuskeln,
zu stillen Delirien oder zu Ohnmachten. Die H
wachsgelb. Die Körperwärme sinkt auffallend
des Blutes zu rechter Zeit gehemmt, so kann
für den Augenblick gefährlichsten Nervenstörun
kurzer Zeit erholen.

Frösche vertragen den Mangel der Blutzufuhr weit
Vögel. Hat man ihr Herz und überhaupt ihre Bauchein
im Anfange mit der größten Lebhaftigkeit weiter springe

[1]) Th. Lechler, Ueber die angebliche Nichtaufnahme
die Lymphgefässe. Rostock 1847. 8. S. 18.
[2]) Lechler, a. a. O. S. 11.

Bewegungen mit dazwischen liegenden Ruhepausen eine halbe Stunde lang fort, verlieren aber dann an Regsamkeit, schließen ihre Augenlider, verfallen in eine Art von Schlummersucht, bewegen die Kehle seltener, beantworten Hautreize in immer beschränkterem Maaße und gehen so einem ruhigen Tode, der spätestens zwei bis vier Stunden nach dem Stillstand des Kreislaufes eintritt, entgegen [1]).

Hat ein Frosch, dessen Schädel und Wirbelsäule geöffnet worden, eine beträchtliche Menge Blutes bei diesem Eingriffe verloren, so liegt er oft wie schlummersüchtig da. Der Reiz des Magnetelektromotors erzeugt bisweilen nur unbedeutende Krämpfe. Das Thier erholt sich in manchen Fällen gar nicht, so daß der Anspruch der äußeren Haut keine Reflexbewegungen der Glieder zu irgend einer Folgezeit nach sich zieht. Es kann hierbei vorkommen, daß die rothen Körpermuskeln schweigen, der Magen und Darm dagegen in Bewegungen verfallen, so wie man die Hinterzehen zusammendrückt (S. 491.).

Hatte ich Frösche in der Gegend des dritten Wirbels enthauptet und alle Bauch-eingeweide nebst den Vorderbeinen entfernt, so ereignete es sich, daß der leere Rumpf weit fortsprang und seine Sätze mehrere Male wiederholte. Diese kräftigen Zusammenziehungen schienen aber früher zu schwinden, als wenn noch das Herz den Kreislauf unterhielt.

Die Unterbindung einer Carotis bedingt in der Regel keine auffallenden 4486
Störungen. Es können jedoch hier Krämpfe, lähmungsartige Schwäche der entgegengesetzten Körperhälfte, Hustenanfälle, Ohnmacht und Schlafsucht in Ausnahmsfällen auftreten. Die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen lassen nicht entscheiden, ob dann der herumschweifende Nerv gleichzeitig verletzt war oder nicht. Der Verschluß der beiden Hirnschlagadern wird eher stürmischere Wirkungen nach sich ziehen. Mussey [2]) unterband jedoch mit Glück die zweite Carotis eines Menschen, dessen erste er 12 Tage vorher unwegsam gemacht hatte.

Kaninchen gehen in der Regel auf der Stelle zu Grunde, so wie 4487
man ihre beiden Wirbelschlagadern nach der Unterbindung der Carotiden zuschnürt oder nur mit dem Finger zusammendrückt. Hunde liefern nicht immer das gleiche Ergebniß. Hatte A. Cooper [3]) alle vier Schlagadern eines Hundes an einem Tage zugeschnürt, so litt das Thier an Schlafsucht, an Krämpfen und an Lähmung der rechten Körperhälfte. Es erholte sich aber später vollkommen. Ecker [4]) konnte den Blutlauf der beiden Wirbelschlagadern und der linken Carotis hemmen, ohne daß sich eine sogleich in die Augen fallende Wirkung kund gab. Schnürte er aber noch die rechte Halsschlagader zu, so ließ der Hund den Kopf zurückfallen. Er bewegte sich dann nicht mehr und athmete nur langsam und röchelnd. Der Herzschlag nahm an Schnelligkeit zu und wurde unregelmäßig und zitternd. Einzelne seltene und tiefe Athemzüge gingen noch dem bald eintretenden Tode voran.

Der Zustand, den man von einem übermäßigen Blutandrange nach dem Kopfe abzuleiten pflegt, führt nicht selten zu Kopfschmerz, Gesichts- oder Gehörtäuschungen, Schwindel, Uebelkeiten, Erbrechen, Ohnmacht, Raserei oder anderen Geistesstörungen, zu Unsicherheit der Bewegungen oder Krämpfen der verschiedensten Art. Die nachfolgenden

---

[1]) B. Stilling, Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarkes und der Nerven. S. 38. 39. P. Pickford, Quaedam de Narcoticis. Heidelbergae 1844. 4. p. 19. Schiff, a. a. O. S. 448.
[2]) Longet, a. a. O. Tome I. pag. 804.
[3]) Longet, a. a. O. Tome I. pag. 805.
[4]) Ecker, a. a. O. S. 75 — 77.

und überhaupt ein hoher Grad von Unruhe hinzu. Die Athemzüge werden nach und nach seltener, aber tiefer. Sie wiederholen sich häufig noch mit beträchtlicher Stärke, wenn selbst alle übrigen äußeren Lebenszeichen gewichen sind. Das Herz schlägt mittlerweile schwächer und nicht selten rascher und krampfhafter. Verzerrungen der Gesichtsmuskeln, lebhaftes Umherrollen der Augen, Vorfall der Zunge aus der Mundhöhle, allgemeine heftige Krämpfe und unwillkührlicher Abgang von Samen, Scheidenschleim Harn oder Koth können die letzten Lebensaugenblicke begleiten (Bd. I §. 1388 fgg.). Die meisten dieser Erscheinungen hängen von der regelwidrigen Thätigkeit des verlängerten Markes ab.

4484 Hat man die Bauchaorta eines Kaninchens oder eines Hundes unterbunden, so ist die Bewegung der Hinterbeine im Anfange auffallend geschwächt. Die Thiere können nicht recht stehen, sinken oft mit dem Hintertheile ihres Körpers ein und schleppen die Füße bei dem Gehen nach. Die Muskeln zittern bisweilen in krampfhafter Weise ohne äußere Veranlassung. Sie können jedoch einen großen Theil ihrer Kräfte nach einiger Zeit wiedergewinnen. Menschen, denen die eine Leisten- oder Schenkelschlagader unterbunden worden, pflegen bald darauf ihre volle Willensherrschaft über das kranke Bein zu verlieren. Sie klagen nicht selten über Ameisenlaufen in der Haut desselben (§. 2275.).

Es versteht sich von selbst, daß die Möglichkeit eines Seitenkreislaufes die Lähmungserscheinungen aufheben oder verringern wird. Sie treten deshalb im Allgemeinen im Froſche weniger hervor, wenn man die Bauchaorta von hinten, als wenn man sie von vorn her unterbindet. Die Durchschneidung der Bauchdecken hebt die Verengerung der Schlagadern der Bauchwände auf. Hatte Stannius [1]) die Aorta einer Katze hinter der Abgangsstelle der Nierenschlagadern zugeschnürt, so waren die Hinterbeine ½ Stunde später nur in sehr geringem Grade gelähmt. Man findet aber auch, daß sich die ober- und unterhalb der Nierenschlagadern entspringenden Lendenpulsadern unter einander vereinigen [2]).

4485 Ein starker Blutverlust, wie er z. B. nach zufälligen oder absichtlichen Verwundungen, bei Gebärmutterblutflüssen, nach dem Berſten einer Pulsadergeschwulst oder bei übermäßigen Aderlässen vorkommt, führt zu Athmungsangst, Schwäche und Unregelmäßigkeit des Herzschlages, zu Ohnmachten, Uebelkeiten, Schwarzwerden vor den Augen, Ohrensausen, zu einfachen wechselnden Verzerrungen der Gesichtsmuskeln, allgemeineren Krämpfen, zu stillen Delirien oder zu Ohnmachten. Die Haut wird dabei blaß und wachsgelb. Die Körperwärme sinkt auffallend rasch. Wird der Ausfall des Blutes zu rechter Zeit gehemmt, so kann sich der Körper von den für den Augenblick gefährlichsten Nervenstörungen in verhältnißmäßig kurzer Zeit erholen.

Frösche vertragen den Mangel der Blutzufuhr weit länger, als Säugethiere oder Vögel. Hat man ihr Herz und überhaupt ihre Baucheingeweide entfernt, so können sie im Anfange mit der größten Lebhaftigkeit weiter springen. Sie leben bisweilen sehr

---

[1]) Th. Lechler, Ueber die angebliche Nichtaufnahme der narkotischen Gifte durch die Lymphgefässe. Rostock 1847. 8. S. 18.

[2]) Lechler, a. a. O. S. 11.

Eine andere von Monro [1]), Kellie, Abercrombie, Reid [2]), Hamernjk [3]) rgetragene Auffassungsweise berücksichtigt vor Allem die schon oben erwähnten Verltnisse der Schädelhöhle. Der Schädel bildet eine nicht nachgebende, luftdicht geschlosse Kapsel, die nur an dem Hinterhauptsloche und durch Löcher, welche Gefäße hinrchlassen, mit anderen Räumen verbunden ist. Schwindet die Hirnmasse, so muß der rig bleibende Raum auf irgend eine Art ersetzt werden. Sucht das Blut das Mißrhältniß auszugleichen, so wird es in reichlicherem Maaße in die Gefäße einströmen iese erweitern sich und reißen endlich unter dem ihnen von Außen aufgedrängten ge.

Diese jedenfalls hypothetische Anschauung läßt noch manche hierbei in Betracht komende Erscheinungen unerörtert. Wir haben früher gesehen, daß die Blutergüsse, welche e halbseitigen Schlaganfälle begleiten, in der Gegend des Seh- und des Streifenhügels r einen Seite vorzukommen pflegen. Nehmen wir nun auch an, daß diese Nervengelde vor dem Schlaganfalle aus unbekannten Gründen geschwunden waren, so ließe sich warten, daß sich schon die Massenveränderung durch Lähmung oder Schwäche der Glier verrathen wird. Die Erfahrung lehrt aber, daß diese oft ihre Kräfte bis zu dem nfalle bewahren. Lassen wir auch diesen Einwand, der sich durch eine sogleich zu erähnende Annahme erledigen ließe, bei Seite, so könnte man eher vermuthen, daß eine lgemeinere Blutüberfüllung des ganzen Gehirns oder die so rasch auftretenden Wasserusschwitzungen das Mißverhältniß eben so gut beseitigen würden.

Manche Krankheitserscheinungen drängen übrigens zu der Vermuthung, daß sich die mfangsverhältnisse einzelner Hirntheile plötzlich ändern. Es kommt z. B. vor, daß ein ensch, der an einer Herzkrankheit, an Störungen des Lungenblutlaufes und an wasserchtigen Beschwerden leidet, bis zu dem letzten Lebensaugenblicke scheinbar munter bleibt, ötzlich den Kopf sinken läßt, blau wird und unter den Zeichen der Erstickung rasch danstirbt. Die Leichenöffnung zeigt dann Blutüberfüllung im Gehirn und Wasseraustritt im Schädel. Man kann sich hier vorstellen, daß das rasch erlahmende verlängerte ark eine Molecularveränderung, die mit einer Umfangsabnahme verbunden ist, erleit und daß diese die Blutfülle und die Wasserausschwitzung als physikalische Nothwengkeit nach sich zieht. Man sieht übrigens leicht, daß diese Verhältnisse zu einer sehr rsichtigen Beurtheilung der Ergebnisse, welche die Leichenöffnungen liefern, auffodern.

Stimmungszustände des Nervensystems. — Es versteht sich 4488
on selbst, daß die Nervengebilde mit großer Kraft oder umgekehrt mit deutender Schwäche wirken können. Wir begegnen aber noch einem itten Verhältnisse, das man mit den Namen der **krankhaft erhöhten mpfänglichkeit**, der **reizbaren Schwäche** oder das **Erethismus** zeichnet hat. Eine geringe Einwirkung führt hier nicht nur zu lebhaften rfolgen, sondern diese verbreiten sich auch über ein ungewöhnlich großes ebiet und dauern länger, als die erste ursprüngliche erste Anregung anilt. Ist z. B. ein Mensch oder ein Thier zu Starrkrämpfen geneigt, so icht ein Nadelstich, der eine beschränkte Hautstelle trifft, hin, alle Muln des Rumpfes und der Glieder in die anhaltendste Thätigkeit zu vertzen. Es ist gleichsam, als hätte jener geringe Reiz einen Sperrhacken löst und eine bisher gehemmte Spielreihe möglich gemacht.

Nehmen wir an, daß die Thätigkeit der Nervengewebe von den Mo- 4489
cularverhältnissen derselben abhängt, so kann eine hypothetische Anschauungsweise die verschiedenen Stimmungszustände des Nervensystems enigstens in ihren allgemeinsten Beziehungen klarer machen. Ein kräf-

[1]) A. Monro, Bemerkungen über die Structur und die Verrichtungen des Nervensystems. Leipzig 1787. 4. S. 5.
[2]) Reid, a. a. O. pag. 581 fgg.
[3]) Hamernjk, a. a. O. S. 94 fgg.

Ausschwitzungen können Lähmungen der Sinne und der Bewegungswerkzeuge, Blödsinn, Schlafsucht und endlich den Tod herbeiführen. Es kommt häufig vor, daß Blutmassen in Folge eines Schlaganfalls austreten und die weichen benachbarten Nervengewebe zerreißen (S. 461.).

Es ist bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse nicht möglich, die bei diesen Störungen eingreifenden Einzelverhältnisse mit Sicherheit anzugeben. Wir wissen nicht, ob die Nervengewebe ihr Volumen unter gewissen Verhältnissen selbstständig ändern können. Es fehlt an allen näheren Untersuchungen über die Zusammendrückungsfähigkeit der Hirnmasse, die wir von der gewöhnlichen, ungehinderten Elasticität unterscheiden müssen. Da aber das centrale Nervensystem aus festen und tropfbar flüssigen Theilen besteht und alle Luft in dem Schädel mangelt, so können wir mit Recht vermuthen, daß selbst der Druck von einer Atmosphäre den Umfang der Hirnmasse nur um eine verschwindend kleine Größe ändern würde (Bd. I. §. 164.).

Lassen wir diese beiden Umstände bei Seite, so umgiebt der Schädel die Hirnmasse des Erwachsenen als eine feste Kapsel, die nur in der Gegend des Hinterhauptloches unterbrochen ist. Es kann daher eine größere Blutmenge in das Gehirn nur insofern einströmen, als dafür andere Verbindungen verdrängt werden. Die Cerebrospinalflüssigkeit und die Lymphe werden hier zunächst die Mißverhältnisse auszugleichen vermögen. Jene kann in reichlicherer Menge in den Wirbelkanal abfließen, weil dieser eine größere Masse von Weichgebilden zwischen seinen Knochenstücken darbietet. Entleeren sich die Saugadern, so ist ein zweites Hilfsmittel geboten. Denken wir uns nun, daß die Grenze der Verbesserung, welche diese Nebenverhältnisse möglich machen, erreicht sei, so werden sich die Blutmassen leichter in den Weichgebilden des Kopfes und des Halses, als in dem Gehirne selbst anhäufen können [1]). Die dem Drucke entsprechende mögliche Größe der Zusammendrückbarkeit des Gehirns wird hier allein verändernd eingreifen, so lange die Menge der Gewebtheile die gleiche bleibt.

Ist der Schädel noch nicht vollständig verknöchert, so kann natürlich die Hirnmasse größere Mengen von Blut oder von Ausschwitzungsflüssigkeiten aufnehmen. Es fragt sich daher, ob nicht z. B. diese Ursache die Neigung, welche kleine Kinder zu Hirnentzündung und Hirnwassersucht darbieten, begünstigt. Es liegt wahrscheinlich auch darin, daß man das Wasser des Sackes eines Menschen, der an gespaltenem Rückgrathe in der Lendengegend leidet, durch Druck in die Hirnhöhlen übertreiben und daß man auf diesem Wege Ohnmacht, Bewußtlosigkeit oder Krämpfe erzeugen kann. Die Schädel solcher Kranken pflegen nämlich unvollkommener zu verknöchern, sobald das Leben länger gefristet wird. Man darf sich auch durch die Leichenöffnungen älterer Wasserköpfe nicht täuschen lassen, weil die Hirnmasse da, wo beträchtliche Ausschwitzungen vorhanden sind, entartet, theilweise geschwunden und angeätzt ist. Die pathologische Anatomie wird dagegen genauer bestimmen müssen, wie viel Blut bei Erhängten, Erstickten und dergl. oder wie viel wässerige Ausschwitzungen bei erwachsenen Nervenfieberkranken in die Sinus oder die Hirnmasse eindringen. Dem sei, wie ihm wolle, so können wir schon jetzt annehmen, daß die Thätigkeiten des Gehirns wesentlich gestört werden, so wie die Nervenmasse einem Drucke, der ihren Umfang nur wenig ändert, ausgesetzt wird. Hierfür spricht schon der Umstand, daß die Bauchpresse Krampfanfälle in Kindern und Sinnestäuschungen, Kopfschmerzen, Ohnmachten und ähnliche Zufälle in Erwachsenen hervorrufen kann.

Die Blutergüsse der Schlagflüssigen bieten noch vieles Räthselhafte dar, weil die Krankheitslehre die zur Beurtheilung nöthigen Thatsachen noch nicht geliefert hat. Man stellt sich gewöhnlich vor, daß sich der Blutdruck in den Hirngefäßen eines Menschen, der vom Schlage befallen wird, plötzlich verstärkt und daß daher die Wände der Gefäße, sobald ihre Widerstandsfähigkeit überwunden ist, einreißen. Da aber die Stromkraft des Blutes im Gesunden häufig genug beträchtlich zunimmt, ohne daß sich jene nachtheiligen Folgen geltend machen, so müßte jedenfalls vorher der Festigkeitsmodul der Gefäßwände gelitten haben. Man hat aber bis jetzt weder diese Thatsache, noch die bedeutende Vergrößerung des Blutdruckes im Augenblicke des Schlaganfalles nachgewiesen.

---

[1]) Bergmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig 1844. 8. S. 302.

veninhalt z. B., der im Geringsten geronnen oder geschwunden ist, versagt daher auch seine Dienste[1]) (Bd. I. S. 716.). Wir werden in der Folge finden, daß sich die Störung der Molecularverhältnisse unserem Auge nicht immer zu verrathen braucht. Es geht aber ihre Ausbildung mit der Schwäche oder der Lähmung der Nervenwirkungen Hand in Hand. Die Unthätigkeit, die dem Tode früher oder später nachfolgt, beruht wahrscheinlicherweise auf den Molecularveränderungen, welchen die Nervengewebe unterworfen werden.

Wir haben schon §. 2744 gefunden, daß sich die Nerven und die 4492
Muskeln eines Gliedes, das von dem übrigen Körper entfernt ist, in der Ruhe erholen können. Es fehlt noch an hinreichend feinen Prüfungen, ob hierbei auch ein Mittelzustand der erhöhten Empfänglichkeit vorkommt oder nicht. Man darf aber nach den bisherigen Beobachtungen jedenfalls annehmen, daß jenes Zwischenglied mit Hilfe des centralen Nervensystems und zwar vorzüglich des verlängerten Markes und des Rückenmarkes bei Weitem leichter und auffallender hergestellt wird. Wir können es durch einzelne Gifte, wie Strychin nur unter der Bedingung hervorrufen, daß das centrale Nervensystem seine Unterstützung darbietet. Viele Krankheitserscheinungen führen zu dem gleichen Schlusse.

Die Verbindungen, welche die Nerventhätigkeiten stören und zu denen 4493
nicht bloß die betäubenden Gifte, sondern auch viele andere Körper gerechnet werden müssen, können die Stimmung des Nervensystems wesentlich ändern. Einzelne, wie Blausäure, Upas, Wourali, Biperngift scheinen in allen Fällen lähmend einzugreifen. Es frägt sich jedoch, ob nicht auch hier ein Wechsel der Verhältnisse unter geeigneten Bedingungen möglich ist. Die meisten Gifte dagegen, wie Strychin, Opium, Belladonna, Terpenthinöl, Aether, Chloroform führen zu den verschiedenartigsten Graden der erhöhten Empfänglichkeit, je nachdem sie schwächer und langsamer oder kräftiger und schneller wirken. Dieser Unterschied verräth sich schon in den warmblütigen Geschöpfen. Man kann ihn mit noch größerer Bequemlichkeit in den Fröschen ihrer zähen Reizbarkeit wegen verfolgen.

Wir haben schon Bd. I. §. 1786 fgg. gesehen, daß die Gifte, die einem unversehrten Menschen oder Thiere einverleibt worden, in das Blut übergehen und durch den Kreislauf desselben zu dem Nervensysteme gelangen. Diese Anschauungsweise, die zuerst von Fontana [2]) mit Glück vertheidigt und durch Versuche erhärtet wurde, stellte sich der früheren Ansicht, daß die peripherischen Nervenenden die Gifte aufnehmen und dem übrigen Nervensysteme mittheilen [3]), mit Recht entgegen. Eine Beobachtung, die Magendie an Säugethieren machte und die sich am Bequemsten als Doppelversuch am Frosche wiederholen läßt, kann jene Lehre am Einfachsten erhärten. Hat man alle Theile des Oberschenkels bis auf den Hüftnerven an der rechten und alle bis auf die Schenkelgefäße an der linken Seite durchschnitten, so führt ein Gift, wie Strychnin, das man in eine Wunde des rechten Unterschenkels eingeträufelt hat, zu keinen allgemei-

[1]) Vgl. auch Stannius, in Müller's Archiv. 1847. S. 452.
[2]) F. Fontana, Abhandlung über das Biperngift, die amerikanischen Gifte, das Kirschlorbeergift und einige andere Pflanzengifte. Berlin 1784. 4. Bd. I. S. 218 fgg.
[3]) Ueber das Geschichtliche dieses Gegenstandes und die in dieser Hinsicht angestellten Versuche. s. P. Pickford, Quaedam de Narcoticis. pag. 2 — 8.

[illegible] bewegt seine Muskeln mit großem Nachdruck. Die [illegible] bewegenden Nervengebilde befinden sich daher in den [illegible] um den Willensbefehl rasch fortzupflanzen, auf [illegible] nach einer beliebigen Zeit zu unter[illegible] der Muskeln mit Kraft und Pünktlichkeit [illegible] in der Gegend des zweiten [illegible] der den obersten Theil des Rücken[illegible] des noch übrigen Theiles des [illegible] Hautreiz erzeugt Reflexbewegungen. [illegible] selbst an, so verkürzen sich oft nur die Muskeln [illegible] Nachbarschaft der Reizungsstelle eintreten. [illegible] nicht selten schwächer aus. Wir haben mit einem [illegible] Zustand, in dem die unmittelbare Wirkung erniedrigt und [illegible] Uebertragung aufgehoben ist. Wir können uns denken, [illegible] Eingriff die Molecular-Beschaffenheit der Nervengewebe [illegible] ungefähr wie ein elastischer Riemen, der plötzlich übermäßig ge[illegible], in der ersten Zeit länger bleibt und an Elasticität [illegible]

[illegible] haben aber schon §. 2751 fgg. gesehen, daß ein solcher elastischer [illegible] seiner früheren Kürze nach und nach zurückzukommen sucht, [illegible] dieses nur theilweise gelingt, so wie die Grenze seiner [illegible] Elasticität überschritten worden ist. Wir können uns hierbei [illegible] daß der Zug die Molecüle aus ihrer Lage brachte, daß diese nach [illegible] Aufhören desselben nachschwingen, hierbei allmählig an lebendiger [illegible] durch Mittheilung verlieren und endlich zu ihrem günstigeren [illegible] zurückkehren. Wenden wir dieses auf das Nervensystem gleich[illegible] an, so werden auch hier gleichsam Molecularschwingungen während [illegible] Erholungszeit eingreifen. Es wird eine Unruhe, die wenigstens [illegible] derselben Art während der Unthätigkeit in dem gesunden Zustand nicht [illegible] ist, innerhalb der Wiederherstellungsepoche fortdauern. [illegible] ein schwacher Reiz ein, so summirt sich seine Wirkung mit jener [illegible] so daß ein ausgiebiger Erfolg erzielt wird [1]). Man kann sich [illegible] Weise erklären, weshalb dann die Uebertragung erleichtert [illegible] Nachwirkung begünstigt ist. Wirkt die Anregung zu stark, so [illegible] Rückkehr der Molecüle zu einer passenden Lage. Sie erschöpft [illegible] Weise. Das verstümmelte Thier setzt sich nach einiger Zeit [illegible] Hinterfüßen zurecht. Kneipt man seine Zehen, so folgen später [illegible] ausgedehntesten Reflexbewegungen nach. Reizt man es zu früh oder [illegible] häufig, so geht die Empfänglichkeit rascher zu Grunde. Dieser schädliche Einfluß kann sich selbst geltend machen, wenn die Hautreize keine Muskelbewegungen zur Folge gehabt haben.

Sollen die Nervengewebe die Anregungen erzeugen oder fortpflanzen, so müssen sie eine gewisse Molecularbeschaffenheit darbieten. Der [illegible]

---

[1]) [illegible] J. Henle, Handbuch der rationellen Pathologie. Zweite Aufl. [illegible] 1846. 8. S. 113.

veninhalt z. B., der im Geringsten geronnen oder geschwunden ist, versagt daher auch seine Dienste[1]) (Bd. I. S. 716.). Wir werden in der Folge finden, daß sich die Störung der Molecularverhältnisse unserem Auge nicht immer zu verrathen braucht. Es geht aber ihre Ausbildung mit der Schwäche oder der Lähmung der Nervenwirkungen Hand in Hand. Die Unthätigkeit, die dem Tode früher oder später nachfolgt, beruht wahrscheinlicherweise auf den Molecularveränderungen, welchen die Nervengewebe unterworfen werden.

Wir haben schon §. 2744 gefunden, daß sich die Nerven und die 4492
Muskeln eines Gliedes, das von dem übrigen Körper entfernt ist, in der Ruhe erholen können. Es fehlt noch an hinreichend feinen Prüfungen, ob hierbei auch ein Mittelzustand der erhöhten Empfänglichkeit vorkommt oder nicht. Man darf aber nach den bisherigen Beobachtungen jedenfalls annehmen, daß jenes Zwischenglied mit Hilfe des centralen Nervensystems und zwar vorzüglich des verlängerten Markes und des Rückenmarkes bei Weitem leichter und auffallender hergestellt wird. Wir können es durch einzelne Gifte, wie Strychin nur unter der Bedingung hervorrufen, daß das centrale Nervensystem seine Unterstützung darbietet. Viele Krankheitserscheinungen führen zu dem gleichen Schlusse.

Die Verbindungen, welche die Nerventhätigkeiten stören und zu denen 4493
nicht bloß die betäubenden Gifte, sondern auch viele andere Körper gerechnet werden müssen, können die Stimmung des Nervensystems wesentlich ändern. Einzelne, wie Blausäure, Upas, Wourali, Viperngift scheinen in allen Fällen lähmend einzugreifen. Es frägt sich jedoch, ob nicht auch hier ein Wechsel der Verhältnisse unter geeigneten Bedingungen möglich ist. Die meisten Gifte dagegen, wie Strychin, Opium, Belladonna, Terpenthinöl, Aether, Chloroform führen zu den verschiedenartigsten Graden der erhöhten Empfänglichkeit, je nachdem sie schwächer und langsamer oder kräftiger und schneller wirken. Dieser Unterschied verräth sich schon in den warmblütigen Geschöpfen. Man kann ihn mit noch größerer Bequemlichkeit in den Fröschen ihrer zähen Reizbarkeit wegen verfolgen.

Wir haben schon Bd. I. §. 1786 fgg. gesehen, daß die Gifte, die einem unversehrten Menschen oder Thiere einverleibt worden, in das Blut übergehen und durch den Kreislauf desselben zu dem Nervensysteme gelangen. Diese Anschauungsweise, die zuerst von Fontana [2]) mit Glück vertheidigt und durch Versuche erhärtet wurde, stellte sich der früheren Ansicht, daß die peripherischen Nervenenden die Gifte aufnehmen und dem übrigen Nervensysteme mittheilen [3]), mit Recht entgegen. Eine Beobachtung, die Magendie an Säugethieren machte und die sich am Bequemsten als Doppelversuch am Frosche wiederholen läßt, kann jene Lehre am Einfachsten erhärten. Hat man alle Theile des Oberschenkels bis auf den Hüftnerven an der rechten und alle bis auf die Schenkelgefäße an der linken Seite durchschnitten, so führt ein Gift, wie Strychnin, das man in eine Wunde des rechten Unterschenkels eingeträufelt hat, zu keinen allgemei-

[1]) Vgl. auch Stannius, in Müller's Archiv. 1847. S. 452.
[2]) F. Fontana, Abhandlung über das Viperngift, die amerikanischen Gifte, das Kirschlorbeergift und einige andere Pflanzengifte. Berlin 1784. 4. Bd. I. S. 218 fgg.
[3]) Ueber das Geschichtliche dieses Gegenstandes und die in dieser Hinsicht angestellten Versuche. s. P. Pickford, Quaedam de Narcoticis. pag. 2 — 8.

neren Wirkungen. Wird dagegen der gleiche Versuch an dem linken Unterschenkel wiederholt, so verräth sich die Vergiftung nach kurzer Zeit.

Wir haben schon Bd. I. §. 855 den Fall, in welchem die Schlagadern eines Gliedes unterbunden worden, nach den Ergebnissen der älteren Beobachtungen besprochen. Fügen wir noch die Resultate, welche die neueren Untersuchungen von Ludwig, Bischoff [1]), Fränkel [2]), Stannius und Lechler [3]) geliefert haben, hinzu, so ergibt sich, daß die Unterbrechung des Kreislaufes die Wirkung der beigebrachten Gifte nicht nothwendiger Weise aufhebt, jedenfalls aber verzögert und bisweilen schwächt. Eine Gabe von salpetersaurem Strychnin, die sonst in wenigen Minuten tödtet, wirkt oft nach zwei bis acht Stunden. Es kann auch vorkommen, daß sie nur einen vorübergehenden Zustand von erhöhter Empfänglichkeit herbeiführt, und daß die allgemeinen Starrkrämpfe, die früher vorhanden waren, in der Folge ausbleiben.

Wir haben schon §. 2242 kennen gelernt, daß man chemisch unzersetzbare Mengen von Blausäure, Opium, Strychnin und dergl. ohne Nachtheil auf den Hüftnerven wirken zu bringen im Stande ist. Es kommt übrigens hierbei auf die feinsten Unterschiede an. Eine frische Auflösung des wässerigen Opiumauszuges kann wirkungslos bleiben, eine ältere dagegen örtlich lähmen [4]). Das Herz bietet in dieser Hinsicht eigenthümliche Verhältnisse dar. Die Innenfläche desselben ist hier für die örtliche Einwirkung bestimmter Gifte empfänglich, die äußere dagegen nicht (§. 2246.).

Stilling [5]) hat zuerst bemerkt, daß man die allgemeinen Starrkrämpfe, welche der Vergiftung des Strychnins eigen sind, ohne Vermittelung des Blutes, durch bloße örtliche Berührung mit dem Rückenmarke erreichen kann. Jedes Stückchen des Rückenmarkes, das von dem Gifte ergriffen wird, verfällt dann in den eigenthümlichen, bald zu beschreibenden Zustand erhöhter Empfänglichkeit. Ist auch nur noch eine kleine Faserbrücke des centralen Nervensystemes übrig, so kann diese die Allgemeinheit der Starrkrämpfe möglich machen.

Diese von Pickford [6]) bekräftigten Erfahrungen haben sich mir ebenfalls in allen Einzelnheiten bestätigt. Waren die Frösche zu sehr erschöpft oder wurde zu viel von dem Vordertheile abgeschnitten, so versagten nicht selten die Versuche, die ich immer mit einer gesättigten wässerigen Lösung von salpetersaurem Strychnin anstellte. Eine zu große Menge des Giftes schien ebenfalls nachtheiliger zu wirken. Arbeitete ich dagegen unter günstigeren Nebenbedingungen, so zeigte sich, daß die Richtigkeit jener Angaben keinem Zweifel unterliegt. Hat man das Herz des Frosches entfernt und einige Tropfen der Strychninlösung auf einen Theil des centralen Nervensystems gegossen, so treten bloß die Starrkrämpfe etwas später, als in dem unversehrten Thiere, aber mit bedeutender Stärke hervor. Man kann sich oft überzeugen, daß die Theile, deren Nerven in der Nachbarschaft der Vergiftungsstelle in das Rückenmark übergehen, bei den Krampfanfällen, wenigstens im Anfange bevorzugt sind. Es kommt jedoch auch vor, daß die verzehrende Verletzung dieses Verhältniß unmöglich macht. Ich hatte z. B. einen mittelgroßen grünen Grasfrosch in der Gegend des ersten Wirbels enthauptet, das Herz entfernt und das centrale Nervensystem in dem Verlaufe des ersten und zweiten Wirbels bloßgelegt und mit der Strychninlösung bepinselt. Drückte ich 4 Minuten später in Zehen eines Vorderbeines oder eines Hinterbeines zusammen, so entstanden die Starrkrämpfe in den Hinterfüßen, nicht aber in den Vorderbeinen.

Man überzeugt sich endlich, daß bisweilen das Gift die leisesten möglichen Bedingungen zu seinem Vortheile zu benutzen sucht. Ein Frosch, dessen Herz entfernt worden war, hatte 5 bis 6 Minuten in einem Aetherapparate zugebracht. Nachdem das noch zuckungslose Thier einige Zeit an der Luft gelegen, entfernte ich den Kopf in der Gegend

---

[1]) Bischoff, in Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift. Bd. V. S. 293 — 305.

[2]) L. Fraenkel, De resorptione vasorum lymphaticorum adjunctis nonnullis experimentis. Berolini 1847. 8. p. 17 — 26.

[3]) Th. Lechler, Ueber die angebliche Nicht-Aufnahme der narkotischen Gifte durch die Lymphgefässe. Rostock 1847. 8. S. 14 — 23.

[4]) Stannius, in Müller's Archiv. 1837. S. 234.

[5]) B. Stilling, Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarkes und der Nerven. Leipzig 1842. 8. S. 40 — 46.

[6]) Pickford, a. a. O. pag. 22. 23.

erſten Halswirbels, ſchnitt die beiden Vorderbeine los, nahm die ſämmtlichen Ein-
eide des Unterleibes heraus und beſtrich den frei liegenden Querſchnitt des verlän-
ten Markes mit einer geſättigten Löſung von ſalpeterſauerem Strychnin. Obgleich das
iparat ungefähr eine halbe Stunde beobachtet wurde, ſo gelang es doch nie, irgend
: Spur von Starrkrämpfen durch Hautreize zu erzeugen. Sie traten auch in keinem
lle von ſelbſt hervor. Drückte ich aber die Muskeln des Oberſchenkels zuſammen,
zeigte ſich ein langes nachhaltendes Zittern in den verſchiedenſten Muskelbündeln der
den Oberſchenkel. Dieſe Empfänglichkeit hielt ſo lange, als das Präparat unterſucht
rde, an.

Betrachten wir einzelne der wichtigeren Gifte, welche die Stimmung des Nervenſy-
ms in auffallender Weiſe verändern, ſo liefert die Brechnuß oder ihr Alkaloid das
trychnin die ausgebildeteren Formen der krankhaft erhöhten Empfänglichkeit am
chteſten und Schnellſten. Da das reine Strychnin erſt von 6667 Theilen kalten Waſ-
s aufgenommen wird, ſo wählt man lieber leichter lösliche Salzverbindungen. Man
ſetzt z. B. deſtillirtes Waſſer mit einer größeren Menge ſalpeterſaueren Strychnins
) kocht es, bis ſich alles aufgelöſt hat. Läßt man das Ganze erkalten, ſo ſchlägt ſich
Theil des Strychninſalzes von Neuem nieder. Man erhält auf dieſe Weiſe eine
te vollſtändig geſättigte Auflöſung.

Hat man ein paar Tropfen dieſer Flüſſigkeit zwiſchen die Rückenhaut und die Rük-
muskeln eines Froſches eingepinſelt und ſetzt dann das Thier in ein enges Glas in
b aufrechter Stellung hin, ſo pflegt es ſich im erſten Augenblicke heftig zu bewegen, frü-
oder ſpäter dagegen zu beruhigen. Es tritt dann und zwar oft ſchon nach Verlauf
er Minute ein Zeitpunkt ein, in dem es lebhaft von ſelbſt aufſpringt und gegen die
ndung des Gefäßes anſtößt. Wir haben jetzt den Zuſtand der krankhaft erhöhten
pfänglichkeit. Befindet ſich das Thier im Freien, ſo wird häufig der Eintritt jenes
immungsverhältniſſes durch einen auffallend großen Sprung und nicht ſelten durch
en Ton, den eine krampfhafte Ausathmungsbewegung begleitet und den man durch die
rletzung des verlängerten Markes nicht vergifteter Fröſche ebenfalls erzeugen kann, bezeich-
. Die Athembewegungen wurden vorher lebhafter, die Bauchdecken gingen ſichtlicher
wechſelnd nach außen und nach innen. Die geringſte Willensanſtrengung, der unbedeu-
dſte Verſuch des Thieres, ſeinem Hinderniſſe zu entweichen, ein Schreck, eine leiſe
rührung der Haut, ein ſchwaches Anklopfen an den Tiſch, auf dem der Froſch ruht,
ren den Anfall der Starrkrämpfe herbei. Sie entſtehen daher nicht ſelten von
ſt und gewinnen an Heftigkeit und Dauer, ſo wie man den Froſch mit der Hand
it, um ihn an einen anderen Ort zu verſetzen.

Arbeitet man unter den günſtigſten Bedingungen, ſo wird der Kopf nach abwärts
wegt und das untere Augenlid heraufgezogen. Es entſteht bisweilen der oben er-
hnte Stimmton. Die Vorderbeine und vorzüglich die Hinterbeine werden gewaltſam
treckt und verharren in dieſem Starrkrampfe. Es kann dabei die Schwimmhaut
ammengelegt bleiben oder ausgeſpreizt und angeſpannt werden. Die einzelnen Bün-
der Oberſchenkelmuskeln ſpielen nicht ſelten während der Dauer der Starrkrämpfe.
is ganze Bild erinnert im hohen Grade an die Verhältniſſe, welche die raſche Wie-
holung des Schluſſes und der Oeffnung der elektriſchen Ströme z. B. bei dem Ge-
uche des Magnetelektromotors erzeugt (§. 2202 fgg.).

Fröſche, die lange gehungert haben, durch vorangehende Eingriffe ermattet oder
ſt geſchwächt ſind, oder Thiere, die zu viel oder zu wenig von dem Gifte erhalten
tten, führen zu unvollſtändigen Ergebniſſen. Man nimmt zuletzt die bleibende Strek-
ag der Hinterbeine mit oder ohne das erwähnte Muskelzittern wahr. Es kann vor-
nmen, daß die Vorderbeine völlig ruhig bleiben, daß aber deſſenungeachtet ein auf die
orderzehen ausgeübter Druck die heftigſten Starrkrämpfe in den Hinterbeinen hervor-
t. Die Begattungszeit und kältere Herbſttage ſcheinen die günſtigſten Bedingungen
· friſch eingefangene Thiere darzubieten.

Hat die Empfänglichkeit ihren höchſten Grad erreicht, ſo genügt ſchon die Erſchüt-
ung, welche das laute Sprechen nach ſich zieht, die Starrkrämpfe herbeizuführen.
beitet man dagegen unter ungünſtigeren Bedingungen, ſo überzeugt man ſich, daß die
regung eine gewiſſe Stärke nöthig hat, wenn der Erfolg zu Stande kommen ſoll.
n leiſer auf die Haut ausgeübter Druck bleibt dann häufig wirkungslos, während ein

stärkeres Zusammenpressen der Zehen die heftigsten Streckungen der Hinterbeine nach sich zieht.

Es dauert immer eine gewisse Zeit, bis sich die krankhaft gesteigerte Empfänglichkeit ausbildet. Sie vergrößert sich dann nach und nach, sinkt aber wieder in der Folge, bis sie gänzlich verschwindet. Mittlere Vergiftungsperioden liefern die vollständigste Reihe der oben erwähnten Störungen. Hat man zu viel Gift angewendet, so ereignet es sich und zwar sehr häufig an heißen Sommertagen, daß ein paar heftige Stöße als einziger Erfolg auftreten. Ist dieses nach wenigen Minuten vorüber, so bleibt die Reizbarkeit so gründlich vernichtet, daß selbst der Gebrauch des Elektromotors keine Zuckungen mehr anregt. Hat man umgekehrt sehr kleine Gaben des Strychninsalzes angewandt, so tritt der Erfolg merklich später ein. Schreitet man zu beträchtlichen Verdünnungen der Auflösung fort, so ereignet es sich, daß man gar keine Wirkung erhält oder daß sich erst die Empfänglichkeit nach einer Reihe von Stunden in mäßigem Grade verstärkt [1].

Wir haben §. 2207 gesehen, daß die wiederholt eingeleiteten elektrischen Ströme die Starrkrämpfe auch ohne die Nebenhilfe des centralen Nervensystemes erzeugen. Der Gebrauch des Strychnins führt in dieser Hinsicht zu anderen Ergebnissen. Hat man das Rückenmark des Frosches ausgeschnitten und befeuchtet die übrig gebliebenen Nervenwurzeln mit der Strychninlösung, so treten die Starrkrämpfe nicht ein. Theilt man das Rückenmark eines sonst unversehrten Thieres der Quere nach, so können sich dessenungeachtet die Krämpfe in allen vier Beinen erzeugen. Entfernt man die untere Hälfte desselben, so bleibt die Streckung der Hinterbeine aus. Drückt man die Hintergeben zusammen, so erhält man nur dann Muskelverkürzungen in den Vordergliedern des Körpers, wenn sich die mechanische Erschütterung bis zu diesen fortpflanzt. Hat man das Rückenmark in der Gegend des dritten Wirbels der Quere nach durchschnitten und die hinteren Wurzeln der Nerven der Hinterbeine getrennt, so wird hierdurch das Auftreten der Starrkrämpfe in den Hinterfüßen verzögert, weil wahrscheinlich die Blutzufuhr zu dem hinteren Abschnitt des Rückenmarkes verhindert worden. Die Möglichkeit der Starrkrämpfe wird aber durch jenen Eingriff nicht aufgehoben [2].

Eine Reihe von Versuchen, wie das Strychnin unter den verschiedenartigsten Nebenverletzungen des Nervensystems wirkt, geben Stannius, in Müllers Archiv 18[illegible] S. 226 — 232. Van Deen, a. a. O. p. 53 — 79. Stilling, a. a. O. S. 3[illegible] fgg. [illegible] Meyer, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift. Bd. v. Heidelberg 1846 S. 25[illegible]

Betrachten wir die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen, so finden wir, daß das in mittlerem Grade wirkende Strychnin die Molecularverhältnisse des centralen Nervensystems und wahrscheinlich vor Allem der grauen Masse desselben stört. Es [illegible] in dieser Hinsicht nur diejenigen Muskelgruppen, deren centrale Bestimmungsglieder von dem Gifte getroffen werden, während die, welche von andern Nerventheilen abhängen, schweigen. Es versteht sich von selbst, daß die empfindlichen Hautstellen den Ausbruch der Krämpfe sehr leicht hervorrufen und daß die Durchschneidung der hinteren Nervenwurzeln eine Hauptursache der Anregung beseitigt. Da aber jede Willensanstrengung des Thieres, jedes Bemühen, ein von ihm erblicktes Hinderniß zu vermeiden, die Streckung herbeizuführen vermag, so folgt, daß die Unempfindlichkeit der Haut die Starrkrämpfe nicht unmöglich macht und daß diese nicht immer auf Reflexerscheinungen beruhen.

Die Lage des Thieres kann ihren Einfluß ebenfalls geltend machen. Man [illegible] häufig, daß ein Frosch, der auf dem Bauche ruhend still bleibt, heftige Starrkrämpfe, sowie man ihn auf den Rücken gelegt hat [3], von Zeit zu Zeit darbietet.

Hat man zu große Mengen von Strychnin angewendet, so treten die Erscheinungen, die auf einer eigenthümlichen erhöhten Empfänglichkeit beruhen, zum größten Theil in den Hintergrund. Es gewinnen die Lähmungsverhältnisse das Uebergewicht und man beobachtet dann manche Thatsachen, die sonst nicht hervorzutreten pflegen.

Man kann den Fröschen größere Mengen von Flüssigkeiten durch den [illegible] Zweckmäßigsten beibringen. Hat man die Mischung vorsichtig in den Mastdarm [illegible], so tritt kein Tropfen zurück. Ich hatte auf diese Weise ein Kystier [illegible] 2 C. C. der gesättigten Strychninlösung einem mittelgroßen grünen Gras[illegible]

---

[1] Vergl. W. Arnold, bei Pickford, a. a. O. p. 31.
[2] Van Deen, Traité et Découvertes p. 59 u. 63. Stilling, a. a. O. S. [illegible]
[3] Vergl. auch [illegible] Stilling, a. a. O. S. 36.

leibt. Der Zuſtand, in dem die leiſeſte Erſchütterung die heftigſten Starrkrämpfe hervorrief, war ſchon nach Verlauf einer Minute eingetreten. Die Empfänglichkeit ſchwand aber nach wenigen Augenblicken gänzlich. Enthauptete ich nun das Thier in der Gegend des erſten Halswirbels und legte die Dräthe des Magneteleltromotors an die Schnittwunde des centralen Nervenſyſtems, ſo entſtanden gar keine Zuckungen. Wiederholte ich den Verſuch an dem Hüftgeflechte, ſo wurde der entſprechende Schenkel an den Unterleib gezogen und das Knie- und das Fußgelenk gebeugt.

Ein zweiter mittelgroßer grüner (Grasfroſch), der ein ähnliches Strychninklyſtier erhalten hatte, verfiel erſt nach 6 Minuten in Zuſtand der erhöhten Empfänglichkeit. Setzte ich jetzt die Dräthe des Magneteleltromotors an die Rückenmuskeln in der Gegend des vierten Wirbels an, ſo erhielt ich allgemeine Starrkrämpfe und den oben erwähnten Stimmton. Wiederholte ich den Verſuch einige Minuten ſpäter, ſo blieben die Glieder des Thieres vollkommen ruhig. Es wurden nur der Kopf und der Vordertheil der Wirbelſäule nach oben und hinten gezogen. Legte ich die Dräthe an die Muskeln der Rückenſeite des Oberſchenkels, ſo traten nur örtliche Zuckungen der benachbarten Verkürzungsgebilde hervor. Selbſt dieſe fehlten dagegen, ſo wie man die Strecker des Kniegelenkes in Anſpruch nahm. Nun wurde das Thier in der Gegend des erſten Wirbels enthauptet. Drückte ich die Zehen eines Hinterbeines, ſo bewegten ſich die Zehen. Die Lungen, der Kehlkopf und der Schlund rückten nach hinten. Es fehlten aber ſonſt allgemeinere Erſcheinungen und jede Spur von Starrkrampf. Galvaniſirte man das Rückenmark, ſo blieb Alles ruhig. Wandte man ſich an das Hüftgeflecht, ſo beugte ſich wiederum der Schenkel, wie in dem früher erwähnten Froſche. Die Muskelmaſſe der Strecker hatte deſſenungeachtet ihre Empfänglichkeit nicht verloren. Wurde die Gegend des Kniegelenkes mit den Dräthen berührt, ſo ſtreckte ſich der Unterſchenkel. Das Gleiche wiederholte ſich am Fuße, wenn ich den Wadenmuskel anſprach. Man konnte daher hier durch Nervenreize Beugungen erhalten, während ſonſt die Streckung unter ähnlichen Verhältniſſen auftritt.

Iſt einmal die erhöhte Empfänglichkeit hergeſtellt, ſo wird ſie durch die Aetherbetäubung nicht ſogleich aufgehoben. Ich brachte einige Tropfen der geſättigten Strychninlöſung zwiſchen die Rückenmuskeln und die Rückenhaut eines mittelgroßen grünen Grasfroſches und ſetzte ihn, ſo wie der Zuſtand der erhöhten Empfänglichkeit eingetreten war, in den ſpäter zu erwähnenden Aetherapparat. Obgleich hier andere gleich große Fröſche in 1 bis 2 Minuten zu ſterben pflegten, ſo rief doch noch das leiſeſte Klopfen an den Behälter die heftigſten Starrkrämpfe der Hinterbeine 3 Minuten lang in jenem Thiere hervor. Es lag dabei in den Ruhezeiten mit geſchloſſenen Augen und regungslos ausgeſtreckt, und machte von ſelbſt keine Bewegung. Hatte es 3¼ Minuten in dem Aether verweilt, ſo hörten alle Bewegungen auf. Kein Druck auf die Zehen rief irgend eine Wirkung hervor. Das Thier erholte ſich auch nicht mehr im Freien.

Die Aetherbetäubung macht es nicht unmöglich, daß das Strychnin ſeine tödtlichen Wirkungen entwickelt. Sie ſchwächt aber die Erſcheinungen der erhöhten Empfänglichkeit, die ſonſt aufzutreten pflegen. Ich hatte z. B. einen mittelgroßen grünen Grasfroſch 2 Minuten lang dem Aetherdampfe ausgeſetzt. Das Thier war ſo ſehr betäubt, daß alle Athembewegungen aufgehört hatten und daß man nur noch den Herzſchlag an dem Klopfen der benachbarten Bauchdecken erkennen konnte. Hatte der Froſch zwei Minuten in der Luft gelegen, ſo ging die Kehle auf und nieder. Die Bauchmuskeln verhielten ſich vollkommen ruhig. Ich brachte ihm dann eine Minute ſpäter ein Klyſtier von ungefähr 2 C. C. einer geſättigten Auflöſung von ſalpeterſauerem Strychnin bei. Drückte ich die Zehen des linken Vorderfußes 7 Minuten ſpäter zuſammen, ſo verfielen alle vier Beine in eine Reihe heftiger Wechſelkrämpfe, die bedeutend länger, als der Reiz ſelbſt anhielten. Hatte ich dieſe Beobachtung mehrere Male wiederholt, ſo war die Empfänglichkeit völlig erſchöpft worden. Man konnte aber ſpäter die gleichen Wechſelkrämpfe, an denen bisweilen auch die Kehle, nicht aber die Bauchmuskeln Theil nahmen, durch das Zuſammendrücken der Hinterzehen häufig erzeugen. Es ſank endlich die Empfänglichkeit immer mehr, ſo daß die Krämpfe ſchwächer ausfielen, kürzere Zeit dauerten und ſich auf die Nachbarſchaft der Anſpruchsſtelle in höherem Grade beſchränkten. Die Reizbarkeit verlor ſich endlich gänzlich und das Leben kehrte nicht mehr zurück. Wir ſehen hieraus, daß die Aetherbetäubung die Starrkrämpfe gänzlich verdrängte und nur kloniſche Krämpfe

als das Zeichen der Empfänglichkeit zuließ. Da sich aber gesunde Frösche, deren Ath bewegungen still stehen, deren Herzschlag dagegen fortdauert, vollständig zu erholen gen, so folgt, daß die Betäubung die tödtliche Wirkung des Strychnin nicht hin Wir haben schon S. 508 gesehen, daß sie noch den örtlichen Einfluß auf das cen Nervensystem von Fröschen, deren Herz entfernt worden, gestattet.

Hatte Todd [1]) einen Hund, ein Kaninchen oder ein Meerschweinchen mit Str vergiftet und brachte er dann das Thier in Aetherdampf, so hörten die Starrkri auf. Sie kehrten aber, so wie sich das Thier erholte, wieder. Dieser Versuch g mehrere Male. Das Leben der vergifteten Thiere wurde nach jenem Forscher dur Aetherbetäubung verlängert.

Die Vergiftung mit Opium kann ähnliche Aeußerungen der erhöhten Empfin keit, wie die mit Strychnin, hervorrufen. Es dauert nur in der Regel beträchtlich ger, ehe die Starrkrämpfe auftreten. Diese befallen auch hier häufig nur die H beine, während die Vorderbeine ruhen. Die untern Augenlider werden in manche len emporgezogen. Der Vermuthung, daß die Wirkungen des Opium nach der E rung des Gehirns der Frösche ausbleiben [2]), kann ich nicht völlig beistimmen. De folg wird hierdurch beträchtlich verzögert und wahrscheinlich auch geschwächt, nicht gänzlich aufgehoben. Ein Doppelversuch, den ich anstellte, kann dieses näher beleu

Ich brachte ein Klystier von 1½ C. C. wässeriger Auflösung des Opiumext einem mittelgroßen grünen Grasfrosche bei. Der Zustand, in dem das leiseste R die heftigsten Starrkrämpfe hervorrief, trat 65 Minuten später ein. Ich entfernte die Großhirnlappen und die Sehlappen, ohne daß dadurch die Empfänglichkeit au ben ward. Schnitt ich noch die Vierhügel, das kleine Gehirn und die vordere E des verlängerten Markes aus, so fehlten die Starrkrämpfe, wenn man auf den klopfte. Ein auf eine Hinterzehe ausgeübter Druck dagegen rief sie auf der Stelle h Das Zusammenpressen einer Vorderzehe blieb erfolglos. Wurden endlich das übrig längerte Mark und der vorderste Theil des Rückenmarkes entfernt, so blieb au Anspruch der Hinterzehen ohne Einfluß. Das Thier erholte sich nicht mehr und n auch nicht die ihm einmal angewiesene Lage.

Ich hatte die Hemisphärenlappen, die Seh- und die Vierhügel eines anderen sches an demselben Tage zerstört. Das Geschöpf machte dann im Anfange einige geordnete Gangbewegungen und lag in der Folge wie todt, aber mit weit geöff Augen da. Berührte man eines von diesen, so ging das untere Augenlid empor. fing dann 5 bis 10 Minuten nach der Verletzung lebhafter zu athmen an, zog eine telstunde nach dem Eingriffe die gestreckten Hinterbeine an den Unterleib und kr Minuten später eine Strecke weit fort. Wurde es dann in Wasser gethan, so st sich mit einem oder ziemlich abwechselnd mit beiden Hinterbeinen vorwärts, brach jedoch zu keinem völlig geordneten Schwimmen. Es verhielt sich sogar in der Folg Wasser völlig ruhig, stieß aber von Neuem, so wie man eine Hinterzehe drückte. nigte ich dann die Schädelhöhle mit einem Schwämmchen von der eingedrungenen sigkeit, so bewegte es die Vorderbeine nach vorn und suchte sich wegzuschnellen. Legt jetzt den Frosch ins Wasser auf den Rücken, so machte er einige vergebliche Bew gen und blieb dann ruhig liegen. Er konnte sich dagegen auf dem Tische herumdr Ich gab ihm nun ein Klystier von ungefähr 1 C. C. der oben erwähnten Wasserli des Opiumextractes. Er sprang etwa nach einer halben Stunde sehr lebhaft und davon, so wie man eine Hinterzehe zusammendrückte und wehrte sich heftig, wenn ihn fassen wollte. Der erhöhte Empfänglichkeitsgrad trat erst 138 Minuten nach Einverleibung des Giftes auf. Diese Verzögerung der giftigen Wirkung konnte eb gut dem Mangel des Gehirns, als der vorangegangenen Blutung und überhaupt Störungen des Kreislaufes zugeschrieben werden. Die Beine streckten sich um jene mit vielem Nachdrucke, so wie man mit mäßiger Stärke auf den Tisch klopfte. Empfänglichkeit verlor sich aber wieder nach verhältnißmäßig kurzer Zeit. Das

---

[1]) R. B. Todd, in s. Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. Lo 1847. 8. p. 721. H.

[2]) Stannius, a. a. O. S. 236.

irde endlich 4 Stunden nach der Einverleibung des Giftes todt gefunden und hatte
ne Lage 1½ Stunden früher nicht geändert.

Ein Frosch, dem ich eine kleine Menge von Tollkirschenextract in eine Rü-
n- und eine zweite in eine Zungenwunde beigebracht hatte, verfiel einige Stunden spä-
· in die heftigsten Streckkrämpfe der Hinterbeine, wenn er aus seinem Behälter her-
ßspringen wollte. Mehrere Stunden darauf führte der leiseste Hautreiz zu dem gleichen
rgebnisse. Goß ich etwas Wasser auf den Boden des Glases, so traten die kräftigsten,
rch die Streckung der Hinterbeine bedingten Stöße ein. Diese wiederholten sich sehr
ufig, bis endlich das Thier todt zu sein schien. Die Vorderfüße waren dann gegen
ander geführt und blieben fest in dieser Stellung. Die Hinterbeine erschienen im
chsten Grade steif. Alle Gliedermuskeln fühlten sich sehr gespannt an. Der Frosch
tte sich dessenungeachtet am folgenden Morgen so sehr erholt, daß er lebhaft herum-
:ang und kein Krankheitszeichen mehr darbot.

Brachte ich einem Frosche ein Klystier einer wässerigen Auflösung von Hyoscya-
nsextract bei, so fehlten alle auffallenden Folgeerscheinungen. Er athmete nur et-
is stärker und öffnete den Mund von Zeit zu Zeit, eine Erscheinung, die nach dem
lystieren mit andern unangenehm schmeckenden Körpern ebenfalls einzutreten pflegt.
n zweiter Frosch, der eine nicht unbedeutende Menge des Extractes durch den Mund
bommen hatte, verhielt sich auf die gleiche Weise. Obgleich ich kaum bezweifle, daß
ßere Gaben des Giftes auch hier zu Starrkrämpfen führen werden, so muß ich doch
wähnen, daß die von mir gebrauchte wässerige Lösung des Extractes keineswegs wir-
ngslos war. Wurden nur ein paar Tropfen dem Bindehautsacke eines Albinokanin-
ns einverleibt, so hatte sich die Pupille nach wenigen Minuten beträchtlich erweitert.
tte ich ungefähr 1 C. C. einer wässerigen Abkochung von Rauchtabak in den
astdarm eines Frosches gespritzt, so sperrte er später den Mund auf und hielt ihn hin
d wieder längere Zeit offen. Der Zustand der erhöhten Empfindlichkeit für die Starr-
mpfe der Hinterbeine trat nach längerer Zwischenruhe in auffallendem Grade hervor.

Ein Frosch, der ein Klystier von 1 bis 2 C. C. Terpenthinöl bekommen hatte,
ır gleich im Anfange sehr unruhig, sprang, sowie die Hinterzehen gedrückt wurden,
it fort und machte von Zeit zu Zeit die Augen zu. Er saß später unbeweglich da,
nete hin und wieder den Mund und kroch eine Stunde nach der Einverleibung des
iftes auf dem Tische fort, ohne größere Sätze zu machen. Er blieb hierauf im Wasser
hig; sprang dagegen auf dem Tische, so wie man die Hinterzehen drückte, weiter. Der
stand, in dem das leiseste Klopfen auf den Tisch die lebhaftesten Starrkrämpfe der
nterbeine hervorrief, trat aber erst nach 3 bis 4 Stunden ein. Das Thier unterlag
der Folge der Einwirkung des Giftes.

Ein Frosch, der ein Klystier von 1 bis 2 C. C. Schwefeläther bekommen hatte,
ır im Anfange sehr unruhig. Er beruhigte sich später und erduldete endlich alle Ein-
ffe ohne Widerstand. Die erhöhte Empfänglichkeit trat ungefähr ¾ Stunden nach
· Einspritzung des Aethers hervor. Sie dauerte länger, als 2 Stunden in auffallen-
n Grade fort. Die leiseste Erschütterung bewirkte unter diesen Verhältnissen, daß die
nterbeine gestreckt wurden und daß einzelne ihrer Muskelbündel lebhaft nachzitterten.
der der beiden Hinterfüße ließ sich ohne großen Widerstand beugen, ein Versuch,
· häufig neue Anfälle der Krämpfe hervorrief. War das Thier erschöpft, so ging die
ugung eines Hinterfußes leichter, als die von beiden ohne Nachtheil vorüber. Es er-
nete sich auch wohl, daß nur die Hinterbeine gestreckt und die unteren Augenlider
vorgezogen wurden, alle übrigen äußeren Veränderungen dagegen mangelten. Legte
n den Frosch auf den Rücken und drückte eine Hinterzehe zusammen, so wiederholten
) die Krampfstöße, die auch hin und wieder von selbst einzutreten schienen, länger und
haltender, als wenn der Bauch den Tisch berührte. Hatte man die Hinterbeine gebeugt,
wurden sie, so wie die Lage unbequem wurde, rasch gestreckt und es folgten mehrere
ampfstöße nach. Das Thier athmete während der Zeit, in welcher die erhöhte Em-
nglichkeit vorhanden war, ziemlich regelmäßig und hielt seine Augen, deren Sehlöcher
ß und fast rund erschienen, weit geöffnet. Es war zuletzt völlig scheintodt, erholte
) aber über Nacht vollständig.

Ein Frosch, der mit Kirschlorbeerwasser betäubt worden war, bot nicht das
ringste Merkmal einer erhöhten Empfänglichkeit dar. Man konnte ihn in dem übri-
is nur vorübergehenden Betäubungszustande umlegen, stoßen, oder fortschieben, ohne

[illegible] Widerstand leistete oder sich überhaupt nur wehrte. Krämpfe traten [illegible] Falle hervor. Diese fehlten auch in einem anderen Frosche, dem ich wässrige [illegible] in den Mund geflößt hatte und der nach wenigen Minuten zu Grunde [illegible] gingen war. Kein Hautreiz führte hier zu Reflexerscheinungen. Die Reizbarkeit war überhaupt schnell erschöpft.

Fassen wir die Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammen, so finden wir, daß die erhöhte Empfänglichkeit, bei der die heftigsten Starrkrämpfe in Folge der inneren oder äußeren Anregung entstehen, keineswegs als eine eigenthümliche Wirkung der betäubenden Gifte angesehen werden kann. Sie wurde bis jetzt nach dem Gebrauche des Curare oder des Woorara nicht beobachtet, nach der Einführung von Körpern dagegen wie Terpenthinöl oder Schwefeläther, die nicht zu den betäubenden Giften gerechnet werden, wahrgenommen. Der Aether lehrt überdieß, daß eine und dieselbe Reihe von Starrkrämpfen nach Verschiedenheit des Gebrauches und der hierdurch bedingten Sättigungsweise hervorzurufen vermag oder nicht. Während sie nach einem Aetherrausche zum Vorschein kommen, fehlen sie immer, wenn man die Frösche durch Einathmen von Schwefeläther betäubt oder tödtet.

Die Versuche drängen überhaupt zu der Annahme, daß die erhöhte Empfänglichkeit für Starrkrämpfe nur von einer eigenthümlichen Störung des Gleichgewichtes der [illegible] Nervenkräfte, welche die verschiedenartigsten Stoffe bedingen können, und nicht von einer ausschließlichen Wirkung der betäubenden Gifte herrührt. Es kommt hierbei vorzüglich auf den Grad, in dem die Molecularverhältnisse verändert werden, an. So z. B. [illegible] die Starrkrämpfe, die z. B. das Aetherklystier erzeugte, vielen weniger [illegible] gezogen und minder hartnäckige Streckung der Hinterbeine und näherten sich [illegible] mehr den Beugekrämpfen, als die, welche man durch Strychnin oder Opium [illegible] ren kann. Wir müssen auch manche eigenthümlichen Erscheinungen aus dieser [illegible] schiedenen Unterschieden der Gleichgewichtsstörungen in den einzelnen Bezirken des [illegible] Nervensystems erklären. Wir können nur auf diese Weise begreiflicher finden, [illegible] z. B. den Druck, den wir auf die Vorderfüße eines mit Strychnin behandelten Frosches wirken lassen, das Vorderbein unter gewissen Verhältnissen ruhig läßt oder es nur zu vorübergehenden Reflexkrämpfen anregt, die heftigsten anhaltenden Starrkrämpfe hervorruft, in den Hinterbeinen veranlaßt.

[illegible] Um nun am Schlusse die für praktische Arzneiwissenschaft wichtigen Sätze [illegible] welche die Einathmung der Aetherdämpfe oder der Chloroformdämpfe [illegible] kennen lehrt, zu entwickeln, so versteht sich von selbst, daß die [illegible] Zeit [illegible] in hohem Grade wechseln und viele der bald zu erwähnenden [illegible] Erscheinungen vermißt werden. Man pflegt in der Regel die Aetherdämpfe [illegible] Chloroformdämpfe zum einathmen zu lassen. Man kann aber nach Weiß [illegible] auch [illegible] erregen, wenn man ein paar Tropfen Rosen- oder Neroliöl dem [illegible]

Die reizende Wirkung der Aetherdämpfe verräth sich nicht selten bei den [illegible] Versuchen. Der Mensch hustet bisweilen, er spürt ein gewisses Brennen oder [illegible] Kitzel, es läuft ihm der Speichel im Munde zusammen und es [illegible] Husten, Würgen und zum Theil störende Schluckbewegungen. Stellen [illegible] auch diese Erscheinungen im Anfange, so schwinden sie doch bald, so wie nur der [illegible] Kranke Muth genug hat, den Versuch ununterbrochen fortzusetzen. Es zeigt sich [illegible] dann eine immer größer werdende Lust, die Aetherdämpfe einzuathmen und [illegible] Athmung zu beschleunigen.

Ein Gefühl der Erheiterung und des Wohlseins, ein Zustand, der am Ende [illegible] dem begeisternden Champagnerrausche verglichen wird, verdrängt jetzt die früheren Empfindungen. Die Sinne werden für kurze Zeit empfänglicher. Die Bilder der äußeren Gegenstände nehmen an Helligkeit, Glanz und Schärfe. Ein leises Geräusch erscheint lauter. Die Stimmorgane ballen kräftiger wieder. Der Mensch kann noch im Anfange [illegible] Lust [illegible] Augenmaßen § 4903 auf verschieden entfernte Gegenstände einstellen [illegible] Sinne verlieren sich noch mit zunehmender Convergenz; es geht aber [illegible]

[illegible] K. v. Weiß, Die Einathmung der Aetherdämpfe in ihrer verschiedenen Wirkungsweise. Würzburg 1847. 8. S. 2.

) nach die Anpassung verloren, es werden nur einzelne Körper, die meistentheils fer-
liegen müssen, mit Schärfe aufgefaßt. Diese schwinden jedoch ebenfalls binnen Kur-
ı. Man stößt bisweilen auf Doppelbilder oder Farbenphantasmen. Einzelne sehen
rr ins Weite, während Andere die Augenlider, wie zum Schlafe schließen.

Die Gemüthsstimmung wird indeß heiterer. Ein unwiderstehlicher Reiz zum Lachen
it die Einen hin, während Andere immer lebhafter und zuletzt selbst tobsüchtig wer-
ı. Einzelne Menschen verhalten sich in jeder Beziehung ruhiger. Manche hören das
haftere Klopfen der Schlagadern ihres eigenen Körpers. Andere leiden an Schwindel,
subjectiven Gesichts- oder Gehörtäuschungen. Ein angenehmes Wärmegefühl durch-
ht den Körper. Der Schweiß bricht bisweilen in reichlicher Menge hervor. Viele
pfinden Ameisenlaufen oder eine Art von Hüpfen und zwar nicht bloß an der Ober-
che der Haut, sondern selbst in den unter ihr liegenden Gebilden.

Der Gedankengang gewinnt an Lebhaftigkeit und Mannichfaltigkeit. Dieses steigert
) aber binnen Kurzem in dem Grade, daß die Ideen im Fluge dahineilen, daß eine
andere verdrängt, bis endlich nur eine rastlose und unzweckmäßige Arbeit des Gei-
s, nicht aber eine wahre und ersprießliche Reihenfolge der Auffassung möglich ist. Die
ıruhe macht endlich jeden Gehalt der Geistesspiele unmöglich. Die Wirklichkeit und
Phantasievorstellungen vermischen sich immer inniger mit einander. Diese gewinnen
ld so sehr das Uebergewicht, daß der Mensch seine Umgebung nicht mehr erkennt,
er Dinge, die nicht da sind, wahrzunehmen glaubt.

Der Geruch, die Tastempfindlichkeit der Nasenschleimhaut und der Geschmack gehen
nn bald verloren. Dämpfe von Moschus oder von Ammoniak, Verdünnungen von
ſigsäure oder von Coloquinthenabkochung werden nicht mehr wahrgenommen. Das Ge-
ht oder vielmehr die Auffassung der äußern Bilder tritt zuletzt gänzlich in den Hinter-
und. Die Thätigkeit des Ohres sinkt meist etwas später, als die der übrigen vier
inneswerkzeuge.

Ein Gefühl von Schlaffheit breitet sich immer mehr aus. Es beginnt oft in den
äßen und steigt dann nach oben empor. Der Mensch ist bald nicht mehr im Stande,
nen Arm emporzuheben, seine Zunge zum Sprechen zu gebrauchen, seine Gesichtsmus-
ln zum Lachen oder zum Weinen einzurichten, seine Augen, wie es die Leitlinien
dern, einzustellen. Die Pupillen pflegen sich auch zu erweitern, das Auge seinen Glanz
ıd die Haut ihre Fülle und ihre Färbung zu verlieren. Das Athmenspiel geht dessen-
ıgeachtet noch von selbst fort.

Es kann in diesem Zustande vorkommen, daß der Mensch manche kraftlose Bewe-
ıngen versucht. Die Augen sind bisweilen nach oben und innen gerichtet. Sticht man
ınn die Hornhaut an, um z. B. eine getrübte Linse zu entfernen, so ereignet es sich
sweilen, daß sich die Augäpfel mit Lebhaftigkeit bewegen und die beabsichtigte Opera-
on unmöglich machen.

Der Tastsinn führt zu einer eigenthümlichen Erscheinung. Ein Mensch, den kein
auteinschnitt mehr zu schmerzen scheint, fühlt noch die Berührung einer Nadelspitze.
ieſe kommt ihm höchstens wie ein stumpfer Körper, z. B. wie ein Finger vor. Man
merkt nicht selten, daß ein Kranker den Zahnschlüssel vor und nach dem Zahnausrei-
ın deutlich zu fühlen angiebt, das Ausreißen des Zahnes dagegen nicht bemerkt oder
it keinen Schmerzenszeichen begleitet. Nimmt man ein Glied innerhalb dieses Zeit-
ıumes ab, so kann der Kranke die Zurüstung noch wahrnehmen und die Berührung des
ſessers spüren. Er erträgt aber die Nervendurchschneidung ohne Widerrede oder er
rzerrt höchstens sein Gesicht, stöhnt laut auf, versucht allenfalls einen meist kraftlosen
ıderstand. Er läugnet aber dessenungeachtet später, daß er Schmerz empfunden
ıbe.

Greift die Wirkung der Aetherdämpfe tiefer durch, so erschlaffen die Muskeln in
ımer höherem Grade. Kein Hautreiz führt zu Reflexbewegungen und selbst kein elek-
ıſcher Schlag zu Zusammenziehungen der Verkürzungsgebilde. Die Sinneseindrücke
ıd völlig geschwunden und das Auge nicht selten erloschen. Das Gesicht kann dabei
n Ausdruck eines Sterbenden (Facies hippocratica) und der Körper die Haltung ei-
ır Leiche annehmen. Ein tiefer, nur selten mit Röcheln verbundener Schlaf, vollen-
t das Bild des Scheintodes. Der Geist arbeitet aber indeß noch wahrscheinlicher
ıeise fort.

Dringt wieder reine Luft in die Lungen, so daß das frühere Leben zurückkehrt, so

finden sich nicht selten Farbenbilder, Ohrensausen, Glockentönen ein. Der Mensch erwacht endlich aus seinem Schlafe. Die Thätigkeit des Gehörs beginnt in der Regel früher als die des Gesichts. Der Kranke erkennt zwar hernach die Gegenstände seiner Umgebung, er verbindet sie aber noch leicht mit den Traumbildern, die er gehabt, mit dunkelen Erinnerungen, die ihm von dem völlig gesunden Zustande der übrig geblieben sind. Die Muskeln erholen sich indeß und gehorchen oft noch den Phantasien, mit der den Geist beschäftigen. Es kann dabei die Heiterkeit und die Lachlust, die im Anfange vorhanden war, wiederkehren, oder ein gewisser Trübsinn auftreten. Die Augenlieder sind im Anfange schwach, die Augen finden noch nicht die gehörige Convergenz, die Sprache bleibt unvollkommen. Der Mensch stottert nicht selten, weil er die Zunge ungenügend zu beherrschen vermag. Er ist bei der größten Kraftanstrengung nicht im Stande, eine feste Handschrift zu führen oder gerade Linien hinzuzeichnen.

Das Gedächtniß hat häufig auffallend gelitten. Worte und Namen, die sonst geläufig waren, sind oft für eine merkliche Zeit vergessen. Diese Erscheinung wiederkehrt auch für die Auffassung dessen, was in dem Traumzustande vorgegangen. Die Menschen erinnern sich höchstens des allgemeinen Charakters ihrer Träume und diese stimmen dann mit den Verhältnissen, die sich in dem früheren Leben des Menschen vorzugsweise geltend machten. Der Eine war daher im Paradiese, ein Anderer auf der Jagd, ein Dritter auf einer Schenke, ein Vierter bei einem Concerte und ein Fünfter in einem Abenteuer. Aufregende und schlüpferige Gedanken gewinnen hierbei nicht selten die Oberhand. Es fehlen aber nicht bloß die Einzelnheiten des Wahrgenommenen, sondern auch die genauen Bestimmungen der Zeitgrößen, welche sie gedauert hatten. Die meisten Kranken geben die Zeit der Betäubung eher zu groß, als zu klein an.

Die Nachwehen des Aetherrausches können in sehr verschiedenem Maaße hervortreten. Manche erholen sich daher sehr leicht, so daß Alles in einer halben Stunde vorüber ist. Die ausgeathmete Luft behält nur den Geruch nach Aetherdampfen bei. Es verbreitet sich ein anhaltender Aethergeschmack oder nachträgliches Aetheraufstoßen. Andere dagegen leiden an Eingenommenheit des Kopfes, an Körperschwäche, Abgeschlagenheit, Trübsinn, Uebelkeit, Erbrechen oder an allen jenen Beschwerden, die einem starkeren Weingenusse nachfolgen (Bd. I. S. 250.). Es versteht sich von selbst, daß die zum eintretenden Todeskampfe fortgesetzte Aethereinathmung noch bedeutendere Folgen zurücklassen kann.

Die Kreislaufs- und die Athmungsverhältnisse führen zu den verschiedenartigsten Erscheinungen. Die Bindehaut des Auges und selbst die Wangen röthen sich im Anfange. Die Leichenblässe tritt später um so schärfer hervor, je mehr sich die Entartung dem Scheintode nähert. Der Puls kann sich zuerst beschleunigen, wird aber langsamer und fadenförmig werden. Die Athembewegungen pflegen sich zu vermehren, als ob. Sie fallen sogar während der höheren Betäubungsgrade tief und seltsam aus. Man stößt jedoch in dieser Hinsicht auf viele Verschiedenheiten.

Es bedarf noch genauerer Untersuchungen, wie sich der Gaswechsel während der Aetherwirkung verhält. Bibra und Harleß [1]) fanden, daß man weniger Kohlensäure ausscheidet, wenn man mit Aetherdampfen geschwängerte Luft, als wenn man reine Atmosphäre einathmet. Ville und Blandin [2]) gelangten dagegen zu dem Ergebnisse, daß die procentigen Werthe der Kohlensäure mit der Abnahme der Empfindlichkeit steigen und in der Erholung sinken. Die Forscher, welche diesen Gegenstand zu bearbeiten wollen, werden in dieser Hinsicht berücksichtigen müssen, welche Einflüsse die Spannung der Aetherdampfe ausübt, wie sich die Zahl der Athemzüge zur Tiefe derselben verhält und welche Veränderungen die gleichzeitigen Verhältnisse des Stoffwechsels und der Ernährung bedingen. Es ist so viel gewiß, daß der Eintritt des Aethers aus den Lungen abdunstet und nicht erst vorher verbrannt wird. Auch die thierische Wärme während der nachdrücklichen und lange anhaltenden Aetherein-

---

[1]) E. v. Bibra und E. Harless, Die Wirkung des Schwefelathers in chemischer und physiologischer Beziehung. Erlangen 1847. 8. S. 128.

[2]) Ville und Blandin, in den Comptes rendus de l'Academie. Tome XXIV. 1847. 4. p. 1010.

ung abnimmt, so kann man vermuthen, daß sich dann die absoluten Mengen der Verrennungsproducte des Körpers vermindern werden. Kinder, Frauen und schwächliche Menschen überhaupt unterliegen eher der Aethereinwirkung, als kräftige Männer mittren Alters. Ein nachdrücklicher Willenseinfluß kann den Eintritt der Betäubung für nige Zeit unterdrücken. Sie scheint im Allgemeinen länger zu dauern, wenn sie rascher Stande gekommen ist.

Es versteht sich von selbst, daß der Aether nicht bloß durch die Lungen, sondern ch auf anderen Wegen in den Körper eingeleitet werden kann. Pirogoff [1]) reinigte n Mastdarm durch ein Klystier und trieb dann die Aetherdämpfe in jenen über. Der them riecht binnen Kurzem nach Aether und alle Wirkungen desselben treten nach jeem Forscher in sehr vollkommener Weise hervor. Andere erhielten an Thieren keine günstigen Ergebnisse.

Will man kleinere Geschöpfe betäuben, so gebraucht man ein großes Glasgefäß, das it einem eingeschliffenen Metalldeckel geschlossen werden kann. Dieser trägt an seiner nterfläche einen Haken, der den mit Aether oder Chloroform durchtränkten Schwamm nimmt. Sollen die Thiere, während sie die Aetherdämpfe einathmen, von Zeit zu eit geprüft werden, so bringt man sie unter ein umgestürztes Glas oder unter eine an iden Seiten offene Glocke, deren Lüftung den Zutritt zu dem der Wirkung ausgesetzten eschöpfen gestattet. Die obere Mündung von dieser wird mit einem den Haken tragenden orke geschlossen. Größere Thiere werden am Einfachsten betäubt, wenn man ihnen mit ether oder mit Chloroform durchnäßte Schwämme vor die Nase hält oder ihren Kopf einen Behälter steckt.

Betrachten wir zunächst die äußeren Erscheinungen, welche den durch die Aetherämpfe eingeleiteten Erstickungstod und die Erholung aus dem dem Tode nahen Zustande egleiten, so verfahren wir am Zweckmäßigsten, wenn wir zuerst einzelne Beispiele ins uge fassen und die Veränderungen, die sich in anderen Fällen zeigen können, an diese nreihen.

Ein mittelgroßes weibliches Albinokaninchen, das ich in den Aetherapparat gebracht atte, wurde schon nach einer halben Minute unruhig. Es schloß die Augenlider zur älfte, öffnete sie wieder von Zeit zu Zeit, ließ die Nasenflügel lebhafter spielen, bewegte ch aber nur selten mit dem ganzen Körper. Waren 2½ Minuten verstrichen, so athrete das Thier rasch mit den Bauchdecken. Es sank dann allmählig ein und drückte en Vorderkopf an die Wand des Glasbehälters. Man bemerkte hier bald, daß eine ünnflüssige Mischung aus dem rechten Nasenloche hervortrat. Das Spiel der Nasenlöher und der Bauchmuskeln gewann später immer mehr an Schnelligkeit. Das linke luge verzog sich nach oben und hinten, das rechte dagegen nach vorn. Die Pupillen atten sich indeß in mäßigem Grade erweitert. 5½ Minuten nach dem Beginn der letheinathmung klappten die Kinnladen lebhaft zusammen. Hatte sich dieses beruhigt, zuckten die Lippenmuskeln zu wiederholten Malen. Die Athemzüge wurden immer äufiger und kürzer. Die vermehrten Schläge der Bauchdecken schienen an Kraft zu erlieren. Die Augen waren um diese Zeit fast ganz geöffnet und ihre Sehlöcher in äßigem Grade erweitert. Die Ohren erschienen auffallend dunkelblau, der Grund der lugen blauroth und die Lippen bläulich gefärbt. Das Athmen hatte endlich 10½ Minuten nach dem Beginn des Versuches aufgehört. Die Pupillen waren in den letzten ebensaugenblicken stark erweitert worden.

Brachte ich das Thier an die Luft, so konnte man noch die schwachen Herzschläge urch die Brustwand hindurchfühlen. Es kehrte aber keine Spur von Athmung und ithin auch von Leben wieder. Die Pupillen verengerten sich noch später in geringem Maaße.

Oeffnete ich den Leichnam 24½ Minuten nach dem Anfange der Aethereinathmung nd 14 Minuten nachdem des Kaninchen wieder an der Luft gelegen hatte, so erregte r Einfluß der Atmosphäre eine sehr schwache Wurmbewegung in den dünnen und lbst in den dicken Gedärmen. Das rechte Herzohr schlug noch, wiewohl keineswegs aftvoll fort. Die mechanische Reizung der Lendennerven führte zu ziemlich starken

[1]) Pirogoff, in den Comptes rendus. Tome XXIV. p. 789. N. Pirogoff, Recherches pratiques et physiologiques sur l'éthérisation. St. Petersbourg 1847. 8. Berliner medizinische Zeitung. 1847. Nro. 32. S. 157.

Verkürzungen der entsprechenden Abtheilungen der Bauchmuskeln. Drückte ich den Magen, den Dünndarm oder den Dickdarm zusammen, so erhielt ich noch lebhafte, sich langsam weiter verbreitende Zusammenziehungen. Wiederholte ich den Versuch an den linken Eingeweideäste (N. splanchnicus), so verfiel eine Stelle des Dünndarmes in dauernde Wurmbewegung.

Die Aorta und deren Verzweigungen enthielten dunkelrothes Blut. Die Lungen zeigten viele rothbraune Flecke. Die Gefäße des Gekröses, der Nieren und der meisten Unterleibseingeweide überhaupt waren strotzend und auffallender gefüllt, als die des centralen Nervensystemes.

Es kommt in anderen Kaninchen vor, daß sich die Oberfläche des Auges im Anfange lebhaft röthet, daß mehr Flüssigkeit in den Bindehautsack tritt, daß sich die Augenlider ungleich anlegen, z. B. das eine nach vorn, das andere nach hinten, daß einzelne Ohr- oder Gesichtsmuskeln zucken, daß die Thiere die Vorderbeine lebhaft bewegen, daß sie laut aufschreien oder daß ein Rasselgeräusch ihr Athmen später begleitet. Die Gefäße des Gehirns und des Schädels können mit dunkelem Blute gefüllt, die Herzhöhlen beträchtlich ausgedehnt, die Lungen emphysematös sein, die Gallenblase von Galle strotzen. Der Magen und die Milz scheinen sich häufig bei den Congestionszuständen nicht zu betheiligen. Die Hirnhöhlen pflegen keine Ausschwitzung zu enthalten. Amussat glaubt sogar, daß die Menge der Cerebrospinalflüssigkeit abnimmt.

Die reizende Wirkung, die der Aether im Anfange ausübt, verräth sich in manchen Säugethieren deutlicher, als in anderen. Thränen und Speichel dringen z. B. bei Katzen, Hunden, und in einzelnen Kaninchen in reichlicherem Maaße hervor. Hunde bellen bisweilen anhaltend, bis sie heiser oder bewußtlos werden.

Die Zeit, in der die Betäubung zu Stande kommt, wechselt nicht bloß mit der Verschiedenheit der Geschöpfe, sondern auch mit der der Nebenverhältnisse. Es hängt von der Temperatur ab, wie viel Aether verdunstet. Hat man ein Thier in einen Behälter gesperrt, so kommen nicht bloß die Aetherdämpfe, sondern auch die Veränderungen welche der eingeschlossene Luftraum durch die Lungen- und die Hautausdünstung erleidet in Betracht. Man muß daher das Verhältniß des Umfanges des Thieres zu dem des Behälters und die Stärke jener Ausscheidungen berücksichtigen. Kann sich die Einathmungsluft nur langsam oder unvollkommen mit den Aetherdünsten sättigen, so wird auch die Wirkung schwächer ausfallen oder später eintreten.

Es darf unter diesen Umständen nicht befremden, daß die Zeiträume, welche die verschiedenen Schriftsteller angeben, im hohen Grade schwanken. Gruby [2]) erhielt z. B.

Thier.	Mittlere Zeit in Minuten.		
	Eintritt der Betäubung.	Dauer der Betäubung.	Eintritt des Todes
Frösche	15 (?)	30	60
Mäuse	3	5	5
Kaninchen	5	9	12
Aeltere Hunde	15	15	44
Junge Hunde	2	11	18

Thierneffe [3]) bemerkte, daß Pferde in 8 bis 12, Hunde und Kaninchen kaum in 1 bis 2 Minuten mittelst eines von Dufay angegebenen Apparates betäubt werden. Steckt man nur den Kopf eines Hundes in ein Glas, dessen Rand mit einem Heftpflaster umwickelt ist und das einen Schwamm mit Aether enthält, so hält es das Thier

[1]) Amussat, in den Comptes rendus. Tome XXIV. 1847. p. 285.
[2]) Gruby, in den Comptes rendus. Tome XXIV. 1847. p. 192.
[3]) Thierneffe in Schleiden's und Froriep's Notizen Nr. 67. 1847. S. 4

oft länger als eine halbe Stunde ohne Betäubung aus, wenn selbst der Aether von Zeit zu Zeit erneuert wird.

Junge Hunde scheinen schneller zu unterliegen und länger betäubt zu bleiben, als alte. Die Mäuse, die sehr viel Kohlensäure ausscheiden (Bd. I. S. 605.), gehen nach 3 bis 5 Minuten zu Grunde, wenn ihnen selbst ein im Verhältniß zu ihrer Körpermasse sehr umfangreicher Luftraum zu Gebote steht.

Die Dauer der Betäubung wächst nicht mit der Zeit, die zu dem Eintritte derselben nöthig ist. Zwei bis drei Monate alte Katzen mußten verhältnißmäßig lange in dem Aetherapparate verweilen, bis sie zusammensanken. Nahm ich sie dann wieder heraus, so athmeten sie sogleich lebhafter. Ein Hautschnitt entlockte ihnen bald wieder Schmerzausdrücke. Eine Taube, die 18 Minuten in der Aetherluft verweilt hatte, hier zusammengesunken und einen Augenblick in Krämpfe verfallen war, athmete lebhafter, öffnete die Augen und schlug mit Füßen und Flügeln um sich, so wie sie an die Luft kam.

Gehen wir zu den Erscheinungen, welche die Rückkehr aus den höchsten Graden des Scheintodes darbietet, über, so wollen wir ein schwarzes Kaninchen von gleichem Alter, wie das S. 517. erwähnte zum Beispiel nehmen. Das Thier bewegte die Nasenlöcher mit großer Lebhaftigkeit schon in der ersten Minute, in der es in den Aetherdünsten verweilt hatte. Es schloß die Augenlider zur Hälfte und legte die Ohren nach hinten. Die Sehlöcher hatten sich eher verkleinert, als vergrößert. Die matten Augen wurden in den folgenden zwei Minuten mehrere Male geöffnet und geschlossen. Das Geschöpf verlor dann seine aufrechte Haltung. Die lebhafte Bauchathmung trat 3½ Minuten nach dem Beginn des Versuches hervor. Sie und das Spiel der Nasenlöcher gewannen an Schnelligkeit, bis endlich das Kaninchen einer Leiche glich und nur noch sehr schwach athmete. Reichliche Thränenbäche waren indeß zu den Spalten der Augenlider herausgetreten.

Wurde nun das dem Tode nahe Thier, das 6½ Minuten in dem Aetherdunste verweilt hatte, an die Luft gebracht, so lag es leichenhaft da. Die Sehlöcher hatten sich in mäßigem Grade erweitert. Das Kaninchen begann sogleich lebhafter mit dem Munde und abwechselnd mit den Brust- und den Bauchmuskeln zu athmen. Es streckte hin und wieder die Zunge hervor. Eine wässerige Flüssigkeit quoll zur Nase heraus. Berührte ich die Oberfläche der Bindehaut ½ Minute, nachdem das Thier an der Luft gelegen, so schlossen sich die Augenlider. Die Schnelligkeit der Athmung nahm dann in den nächsten 5 Minuten ab. Drückte ich die Zehen oder den Schwanz nach 6½ Minuten zusammen, so blieben der Rumpf und die Glieder ruhig liegen. Es bewegten sich aber der Unterkiefer, die Zunge oder die Augenlider. Das Thier stellte sich nach 8½ Minuten auf und litt von nun an nicht mehr, daß man es umlegte. Während aber die Vorderbeine den Körper, wie gewöhnlich stützten, erhielten sich die Hinterbeine noch in jener passiven Lage, die sie während der Betäubung angenommen hatten. Hautreize, ein heftiger Zug an den Tasthaaren führten zu keinen allgemeinen Gegenbewegungen. Drückte ich das eine Hinterbein 14½ Minuten nach der Wirkung der Atmosphäre kraftvoll zusammen, so stellte sich das Kaninchen auch auf den Hinterbeinen auf und gebrauchte sie von nun an zur Unterstützung des Rumpfes. Es hob eine Minute später die Ohren, bewegte 2 Minuten darauf den Kopf, schloß die Augenlider, so wie man einen Stab dem Auge näherte und erschrack vor einem starken Geräusche. Es lief endlich 35 Minuten nach dem Einathmen der Luft, wenn man es berührte, fort und erschien von nun an höchstens etwas träger als sonst. Koth und Harn waren während der ganzen Versuchsdauer nicht ausgetreten.

Es kommt in anderen Fällen vor, daß die Kaninchen während der Erholungszeit aufschreien, zittern oder Koth entleeren. Einzelne krankhafte Zustände können noch länger zurückbleiben. Tödtet man das Thier 24 Stunden später, so ereignet es sich, daß man Faserstoffgerinsel in den ausgedehnten Herzhöhlen vorfindet. Die Lungen können einzelne mit Blut überfüllte oder emphysematöse Stellen darbieten.

Ein großer frisch eingefangener grüner Grasfrosch wurde im Anfange unruhig. Er sprang bisweilen in die Höhe und bewegte die Nasenlöcher mit großer Lebhaftigkeit. Dieser Sturm verschwand aber bald. Das Thier blieb dann mit halb, und später mit völlig heraufgezogenem Augenlide sitzen. Diese Veränderung fand sich übrigens an jedem der beiden Augenlider zu verschiedenen Zeiten ein. Der vollkommen regungslos gewor-

dene Frosch wurde 2½ Minuten nach dem Beginn der Aetherwirkung aus dem Apparate genommen. Ein Druck, der die Zehen, die Bauchhaut, die Rückenhaut oder das Augenlid traf, erzeugte keine Bewegungen mehr.

Hatte das Thier 3¼ Minuten an der Luft gelegen, so öffnete es die Augen, schloß sie aber bald darauf von Neuem. Die Nasenlöcher und die Bauchmuskeln begannen dann sogleich zu spielen. Drückte man 1½ Minuten später die Vorder- oder die Hinterzehen zusammen, so erhielt man noch keine Reflexbewegungen. Berührte man dagegen die Oberfläche des Auges, so ging das untere Augenlid in die Höhe. Wiederholte man die Versuche nach 1½ Minuten, so erzeugte ein auf die linke Vorderzehe ausgeübter Druck eine Stoßbewegung des Leibes, die nach rechts gerichtet war. Die Reizung der Vorderzehen der rechten Seite oder der beiden Hinterzehen dagegen führte jetzt noch zu keinem Ergebnisse. Wartete man ¾ Minuten, so wurde ein Reiz, der die Vorderzehen traf, beantwortet, eine Anregung der Hinterzehen dagegen unbeachtet gelassen. Legte man den Frosch ¾ Minuten später auf den Rücken, so blieb er noch regungslos liegen. Streckte man alle vier Glieder, so bewahrten sie im Anfange die ihnen angewiesene Lage. Das rechte Vorderbein wurde aber nach 1½ Minuten schwach angezogen. Die Muskeln der Hinterbeine zuckten ebenfalls binnen Kurzem ohne äußere Veranlassung. Das Thier beugte endlich eine Minute darauf die beiden Hinterbeine und das rechte Vorderbein, während das linke in seiner passiven Lage verharrte. Der Frosch fing nach 2 Minuten zu kriechen an. Er ließ sich noch ohne Widerstreben auf den Rücken legen. Die sichtliche Athembewegung der Bauchmuskeln hatte indeß ununterbrochen fortgedauert.

Drückte man eine Hinterzehe, 15½ Minuten nachdem das Thier an die Luft gekommen war, zusammen, so sprang es weit fort. Legte man es auf den Rücken, so drehte es sich zwar um, benahm sich aber hierbei minder geschickt, als ein gesundes Geschöpf. Wiederholte man den Versuch dreimal hintereinander, so blieb endlich der Frosch ¾ Minuten auf dem Rücken liegen, ehe er sich umwendete. Er sprang noch 2 bis 3 Minuten in langsamen Sätzen, zwischen denen er ausruhte, ließ sich ohne Widerstand einfangen und zeigte überhaupt noch deutliche Merkmale von Erschöpfung. Er gewann endlich nach und nach an Lebhaftigkeit, bis alle äußeren Erscheinungen zu dem regelrechten Zustande zurückkehrten.

Manche Frösche schließen die Augen während des Betäubungszustandes nicht. Andere verfallen in Schlafsucht, ohne daß die Zeichen der Aufregung vorangehen. Es kam mir auch vor, daß das Thier während der ersten Zeit einen Flüssigkeitsstrahl zum After heraustrieb. Schlangen lieferten ähnliche Schwankungen. Hatte ich eine kleine Natter an einem warmen Sommertage dem Aetherdampfe ausgesetzt, so rollte das Thier sehr lange auf das Lebhafteste herum. Es verfiel in einen Grad von Aufregung, wie ich ihn sonst bei keinem Geschöpfe gesehen habe. Wiederholte ich den Versuch mit einer großen Natter im Herbste bei + 8° C., so fielen die Bewegungen, die 15 Minuten anhielten, sehr träge aus. Es wäre möglich, daß der niedere Wärmegrad eine Art von Erstarrung erzeugt hatte, die stürmischere Aeußerungen hinderte. Kröten lassen bisweilen eine schleimigte Flüssigkeit aus ihrer Haut hervortreten. Auch Frösche fühlen sich manches Mal glatter an.

Man kann die Aetherisation der Frösche bis zum völligen Verluste aller Athembewegungen fortsetzen, ohne daß deshalb das Leben aufgehoben wird. Läßt man die völlig regungslosen Geschöpfe auf dem Rücken in der Luft liegen, so bemerkt man häufig an dem Schlage der entsprechenden Theile der Bauchdecken, daß das Herz fortklopft. Hat sich dieses Zeichen eingefunden, so kann man die Erholung des Thieres mit vieler Wahrscheinlichkeit voraussagen. Es beginnt später das Spiel der Kehle und der Bauchmuskeln und das Thier kehrt endlich zu seinen früheren Lebensverhältnissen allmählig zurück.

Oeffnete ich betäubte Frösche, deren Bauchdecken sich völlig ruhig zu verhalten schienen, so begegnete es mir nicht selten, daß das bloßgelegte Herz desselben ungeachtet fortklopfte. Die Flimmerbewegung der Mundschleimhaut, der Lungen und des Eileiters hatte sich in ihrer gewohnten Lebhaftigkeit erhalten. Sie dauerte dann oft noch Tage lang. Die mit Wasser verdünnte Samenmasse zeigte in geeigneten Fällen, daß ihre Samenfaden ihre Regsamkeit bewahrten. Drückte ich den Magen oder den Darm zusammen, so erhielt ich beträchtliche ringartige Einschnürungen. Die Verkürzung ging häufig wurmförmig weiter.

Eine Versuchsreihe, die ich mit acht, frisch eingefangenen grünen Grasfröschen anstellte, kann beispielsweise zeigen, in wie fern einzelne Körperverletzungen die Aetherwirkungen beeinträchtigen oder nicht. Ich hatte sieben von ihnen in verschiedener Weise verwundet, brachte sie alle in ein 5200 C. C. fassendes Glasgefäß und schloß dieses mit einem Deckel, an dessen Haken der mit Aether getränkte Schwamm befestigt war. Die Wirkung der Aetherdämpfe begann mithin ungefähr gleichzeitig für alle Thiere. Es ergab sich:

Nro.	Körperzustand.	Lebenserscheinungen.
1.	Unverletzt.	Liefert nach 1′ 40″ schwache Reflexbewegungen. Wird später vollkommen scheintodt, erholt sich aber in der Folge an der Luft gänzlich.
2.	Ein Stück von ungefähr einem Quadratcentimeter Umfang aus der Mitte der Rückenhaut ausgeschnitten.	Nach 1′ betäubt. Erholt sich später vollständig.
3.	Die Großhirn-, die Seh- und die Vierhügellappen bloßgelegt, aber nicht verletzt.	Nach ungefähr 2′ betäubt. Bietet keine Reflexbewegungen mehr dar. Erholt sich später in der Luft vollkommen.
4.	Die Großhirn- und zum Theil die Sehlappen ausgeschnitten.	Nach ungefähr 1′ betäubt. Erholt sich in der Luft vollständig.
5.	Die Großhirn-, die Seh- und die Vierhügellappen entfernt.	Schon nach ungefähr 25″ keine Reflexbewegungen mehr. Ein auf das Hüftgeflecht ausgeübter Druck erregt Zuckungen im Schenkel. Das Thier athmet später in der Luft hin und wieder. Das Herz klopft langsam.
6.	Die Großhirn-, die Seh-, die Vierhügellappen und das verlängerte Mark bis zur Gegend des zweiten Wirbels herausgeschnitten.	Bietet noch nach 3′ 40″ Reflexbewegungen dar. Erholt sich insofern an der Luft, als in der Folge weit heftigere Reflexbewegungen der Hinterbeine möglich werden.
7.	Das Rückenmark in der Gegend des vierten bis sechsten Wirbels bloßgelegt.	Nach ungefähr 1′ betäubt. Erholt sich später vollständig, zeigt aber früher Reflexbewegungen in den Vorderbeinen.
8.	Das Herz ausgeschnitten.	Springt im Anfange lebhaft herum, bewegt sich noch, wenn schon die anderen Frösche ruhig liegen, zieht nach 4′ das eine Hinterbein ohne sichtliche Veranlassung an, wird endlich später betäubt und scheint sich an der Luft nicht mehr zu erholen.

Wir können hieraus schließen, daß der Aetherdampf zunächst in das Blut und von da zu den Nervengebilden geht. Ist ihm dieser Weg verschlossen, so tritt die Betäubung später ein, weil die Dünste überhaupt nur sparsamer und langsamer die Gewebe, welche das centrale Nervensystem umgeben, durchdringen. Die Entfernung eines beträchtlichen Hautstückes, durch welches größere Blutgefäße entblößt werden, scheint dagegen die Wirkung zu beschleunigen. Hat man das gesammte Gehirn nebst dem verlängerten Marke ausgeschnitten, so kann der Frosch immer noch durch Aether betäubt und in der Luft wiederhergestellt werden, zum Beweise, daß die Athembewegungen kein nothwendiges Zwischenglied dieser beiden Arten von Erscheinungen darstellen. Ist das verlängerte Mark durch die Entfernung der umgebenden Gebilde und durch die Ausrottung des großen Gehirns und der Vierhügel der unmittelbaren Wirkung der Aetherdämpfe zugänglicher gemacht worden, so scheint auch die Lähmung rascher einzutreten.

Die Wirkung des Aethers hängt nicht, wie die des Strychnins, von der Anwesenheit gewisser Centralgebilde ab. Man kann daher einzelne losgeschnittene Körpertheile durch die Aetherdünste unthätig machen. Erholen sie sich später an der Luft, so werden sie in der Folge in den Aetherdünsten von Neuem betäubt.

Präparirt man die beiden Hinterbeine eines Frosches, wie es §. 2133. Fig. 41 dargestellt ist, und legt das eine in Aetherdampf, während das andere an der Luft bleibt, so findet man, daß ein den Hüftnerven treffender Druck in jenem Schenkel früher als in diesem versagt. Bringt man ein klopfendes Froschherz in den Aetherapparat, so steht es eher, als in der freien Luft still. Es kann sich an der Atmosphäre so weit erholen, daß es in Folge eines die Vorhöfe treffenden mechanischen Reizes eine Zeit lang fortschlägt. Der Aetherdampf vermag dann diese Thätigkeit abermals aufzuheben.

Die Flimmerbewegung und wahrscheinlich auch die Regungen der Samenfaden führen zu ähnlichen Verhältnissen. Wir haben schon S. 520 gesehen, daß z. B. die Mundschleimhaut eines Frosches, der durch Aether vollkommen betäubt worden, auf das Lebhafteste flimmert. Schneidet man zwei Stückchen aus, präparirt sie so, daß man die Thätigkeit der Flimmerhaare genau verfolgen kann (§. 1965.), legt das eine in Aetherdünste und das andere in die Luft, so wird man sich überzeugen, daß die Flimmerbewegung in den Aetherdämpfen früher stille steht. Die Härchen fallen hierbei nicht nothwendiger Weise ab. Man kann sie häufig in größeren Strecken deutlich erkennen. Hatte ich ein soches Präparat vor mir, so ereignete es sich, daß die Flimmerbewegung nach einiger Zeit in der Luft von selbst begann oder daß sie durch ein starkes Klopfen auf den Tisch abermals angeregt wurde. Es kann hierbei das Stückchen Flimmerhaut mit etwas Wasser befeuchtet sein. Die Betäubung und die Erholung kommen dessenungeachtet zu Stande.

Es ergiebt sich schon aus dem früher Dargestellten, daß die Thätigkeiten der einzelnen Theile des Nervensystems zu ungleichen Zeiten aufgehoben und wiederum später zu verschiedenen Perioden von Neuem hergestellt werden. Die an Säugethieren gemachten Versuche führen im Allgemeinen zu dem Schlusse, daß die Empfänglichkeit der hinteren Rückenmarkswurzeln nach dem Einathmen der Aetherdämpfe früher, als die Bewegungseinflüsse der vorderen schwinden. Spritzte dagegen Flourens [1]) flüssigen Aether in die Schlagadern von Hunden, so ging die Bewegungskraft, nicht aber die Empfindlichkeit zu Grunde. Es war hierbei für das Hauptergebniß gleichgültig, in welcher Richtung die Aetherflüssigkeit eingetrieben wurde.

Die Trübung der äußeren Eindrücke, des Denkens und der zweckmäßigen Verbindung der willkührlichen Bewegungen, die in dem Anfange der Aetherwirkung hervortritt, deutet darauf hin, daß das große und das kleine Gehirn am Leichtesten ergriffen werden oder daß die geringsten Gleichgewichtsstörungen dieser Gebilde die auffallendsten Folgen nach sich ziehen, weil jene Nerventheile die zartesten Seiten des Organismus berühren, weil in ihnen die Endfäden aller höheren Thätigkeiten zusammenlaufen. Das Rückenmark stirbt später und das verlängerte Mark, wenigstens in seinen den Athembewegungen vorstehenden Gebilden zuletzt ab. Diese sind es auch, die sich zuerst erholen, während die zweckmäßigen Verbindungen der Bewegungen und die klare Auffassung der Eindrücke nur, wenn wieder eine gewisse Menge von Aether abgedunstet ist, hervortreten.

Vergleichen wir die Enderscheinungen, welche die in höchstem Grade betäubten Thiere liefern, so können wir die Grenze, bei der das Leben unter dem Einflusse des Aethers erlöschen muß, genauer bestimmen. Mag das Thier auch noch so sehr das Bild des Todes darbieten, so wird es sich doch fast immer an der Luft erholen, so lange das Athemspiel und mithin auch der Herzschlag, wenn selbst geschwächt fortdauert. Der Kreislauf kann dann die zarte Lebensflamme erhalten und das Blut den Aether nach und nach fortführen. Stehen die Athembewegungen still, sind mithin nicht bloß das Gehirn und das Rückenmark, sondern auch das verlängerte Mark gelähmt, so kann zwar das Herz noch fortklopfen; der übrige Erfolg hängt aber von der Beschaffenheit der Geschöpfe ab. Die in ihren Lebensverhältnissen so zähen Frösche erholen sich in der Regel selbst dann noch nach längerer oder kürzerer Zeit, weil ihr Organismus eine längere Unterbrechung des Athmens aushält. Der Kreislauf gewinnt wahr-

[1]) Flourens, in den Comptes rendus. Tome XXIV. Paris 1847. 4. pag. 482 — 85. und p. 905 — 908.

scheinlich eine immer größere Ausdehnung, das Blut läßt immer mehr Aether durch die Haut abdunsten, bis die in dem verlängerten Marke befindlichen und indeß nicht abgestorbenen Centralwerkzeuge des Athmens entlastet und mit ihnen die Wiederkehr der übrigen Lebenserscheinungen gesichert sind. Es ist mir jedoch auch vorgekommen, daß ein Frosch, den ich kurz hinter einander zwei Mal betäubte, trotz des anfangs vorhandenen Herzschlages nicht wieder auflebte. Die Lage auf dem Rücken scheint übrigens günstigere Verhältnisse als die auf dem Bauche darzubieten.

Säugethiere unterliegen weit eher, weil die Bewegung ihres Herzens und ihre Reizbarkeitsverhältnisse überhaupt mit dem Aufhören des Athmens binnen Kurzem zu Grunde gehen. Wir sehen aber, daß das verlängerte Mark den Knotenpunkt der Lebensthätigkeiten hier, wie in vielen anderen Fällen, bildet. Diese höhere Bedeutung kommt jedoch nur den Theilen des verlängerten Markes, welche die Athembewegungen leiten, zu.

Man kann sich an Hunden überzeugen, daß es einen sehr kurzen Zeitraum der Aetherbetäubung giebt, in dem keine Reizung des verlängerten Markes Schmerzenslaute hervorruft oder allgemeine kräftige Bewegungen veranlaßt, in dem aber das Athmungsspiel fortdauert und die Möglichkeit der späteren Erholung wahrscheinlich noch nicht aufgehoben ist. Das Rückenmark hat dann schon seine empfindenden und seine bewegenden Eigenschaften verloren.

Ist dieser Theil des centralen Nervensystems unthätig geworden, so können noch die peripherischen Nervenstämme z. B. das Hüftgeflecht Verkürzungen anregen. Ging auch hier die Empfänglichkeit verloren, so erhält man noch die lebhaftesten Zusammenziehungen, so wie man die Muskelmasse selbst mit den Drähten einer galvanischen Vorrichtung anspricht. Es tritt endlich ein Zeitpunkt ein, in dem die stärksten Schläge des Magnetelektromotors keine Spur von Zuckungen erzeugen. Frösche können sich dessenungeachtet erholen. Geschieht dieses, so besteht das erste Lebenszeichen außer dem schwachen Herzschlage darin, daß die Zehen, die Kehl- oder die Bauchmuskeln zittern, so wie man kräftige elektrische Schläge durch sie hindurch leitet.

Will man die Reflexbewegungen beurtheilen, so muß man die Art der Reizung berücksichtigen. Die Elektricität kann nämlich weit früher, als eine mechanische oder eine chemische Anregung zum Ziele führen. Ich hatte z. B. einen Frosch, der seit einem Jahre ohne weitere Nahrung in einem künstlichen Teiche aufbewahrt worden, 6 Minuten lang in Aetherdampf verweilen lassen. Das Thier war dann völlig scheintodt. Es machte keine Athembewegungen mehr. Man konnte nur den Herzschlag durch die Bauchdecken erkennen. Die ersten Reflexbewegungen stellten sich 1½ Minuten, nachdem es wieder an der Luft gelegen hatte, ein. Berührte ich eine Zehe des Hinterfußes mit den Drähten des Magnetelektromotors, so erhielt ich binnen Kurzem Reflexbewegungen beider Hinterbeine. Ich mußte dagegen noch 29 Minuten warten, ehe ein auf die Zehen ausgeübter Druck den gleichen Erfolg nach sich zog. Man kann übrigens in solchen Fällen hin und wieder bemerken, daß nur ein mäßig starker Strom zu dem gewünschten Erfolge führt, ein kräftigerer dagegen keine Reflexbewegungen veranlaßt.

Die schon früher erwähnten Thatsachen deuten klar darauf hin, daß die Reflexbewegungen der Augenlider der sich erholenden Säugethiere oder Frösche eher, als die der Rumpfglieder möglich werden. Die Vorderbeine haben auch in dieser Hinsicht den Vorrang vor den Hinterbeinen. Halten wir uns nur an die eben genannten Gebilde, so scheinen auch im Allgemeinen diejenigen Theile, welche ihre Kräfte am Frühesten wiedergewinnen, der Wirkung des Aetherdampfes am Spätesten zu erliegen. Die Verhältnisse, welche die Augenlider darbieten, hängen wahrscheinlich mit dem späten Absterben des verlängerten Markes, das die Fasern des dreigetheilten und des Antlitznerven aufnimmt, zusammen. Man darf jedoch hieraus nicht auf alle Gebilde, welche Zweige von jenen Nerven beziehen, zurückschließen. Die mechanische Reizung der Tasthaare oder der Ohren von Kaninchen führt oft noch zu keinem merklichen Erfolge, wenn schon das Kitzeln der Bindehaut den Schluß der Augendeckel nach sich zieht.

Es kann sich ereignen, daß die Anregung der Zehen der Hinterfüße des Frosches keine Reflexbewegungen der Körpermuskeln zur Folge hat, daß aber ein auf den Magen ausgeübter Druck glücklichere Ergebnisse herbeiführt. Erinnern wir uns, daß die Anwesenheit des verlängerten Markes die Möglichkeit der durch die Baucheingeweide vermittelten Reflexbewegungen in hohem Grade erleichtert (S. 485.), so können wir jene

Erscheinung mit der Zähigkeit, mit der das verlängerte Mark dem Aether widersteht, in Beziehung bringen.

Erhält sich der betäubte Organismus, so stößt man auf einen Zeitpunkt, in dem eine ungewöhnliche Kraftanstrengung eine mehr oder minder anhaltende Erschöpfung zur Folge hat. Rief ich die Reflexbewegungen der Hinterbeine durch die S. 523 erwähnte elektrische Reizung mehrere Male hinter einander hervor, so versagte der Versuch später. Ich erhielt schwache Zuckungen oder nur ein beschränktes Zittern der Zehen. Wartete ich eine Zeit lang, so kamen die ausgedehnteren Reflexbewegungen zum Vorschein. Hatte ich den Frosch völlig betäubt und legte ich den einen starken Draht des Magnetelektromotors an die Mundspitze und den anderen an die Afergegend, so wie das schwache Klappen der Kehlmuskeln begonnen hatte, so entstanden allgemeine Starrkrämpfe, bei denen jedoch die Hinterbeine keinen großen Widerstand der Beugung entgegensetzten. Die Kehlmuskeln ruhten aber beinahe eine Minute, nachdem die elektrischen Ströme zu wirken aufgehört hatten. Wartete ich, bis sie wieder von selbst stärker klappten, die Bauchmuskeln dagegen ihre Thätigkeit noch nicht begonnen hatten, so rief die Wiederholung des Versuches einen Stillstand der Athembewegungen, der nur einige Secunden dauerte, hervor. Begann ich die Beobachtung noch später, so unterdrückte der Galvanismus die Athembewegungen nicht mehr. Er wirkte sogar in sofern günstig, als nun auch die Bauchmuskeln an dem Athmungsspiele Theil nahmen.

Hat der Aetherdampf eine Zeit lang gewirkt, so erschlaffen die Muskeln. Die Hinterbeine des Frosches hängen lose herab. Operirt man in diesem Zeitraume zwischen den Muskeln des Menschen, so leisten sie weniger Widerstand als sonst. Werden sie durchschnitten, so ziehen sie sich in geringerem Maaße zurück. Es hat mit einem Worte ihre Spannkraft abgenommen. Ein starker elektrischer Strom kann sie dessenungeachtet noch zur Verkürzung zwingen.

Etwas Aehnliches wiederholt sich wahrscheinlich in den übrigen Weichgebilden. Man hat deshalb auch den Aetherdampf versucht, um Verrenkungen leichter einzurichten oder Eingeweidebrüche zurückzubringen.

Prüft man die Verhältnisse, welche die Muskeln darbieten, genauer, so findet man, daß hier viele Erscheinungen, die bei dem Verluste der Reizbarkeit getödteter Geschöpfe auftreten, wiederkehren. Gebraucht man den Magnetelektromotor, so ergiebt sich, daß die galvanischen Ströme, die man durch das Rückenmark leitet, im Anfange Starrkrämpfe erzeugen und daß diese immer die Reizung selbst längere Zeit überdauern. Das Gleiche wiederholt sich später, wenn man die peripherischen Nerven und die Muskeln unterrückt. Es kommt dann ein Zeitraum, in dem sich zwar die Hinterbeine des Frosches strecken, der Beugung dagegen einen nur geringen Widerstand entgegensetzen. Man hat endlich einen Augenblick der Betäubung oder der Erholung, in welchem die Hinterbeine nicht gestreckt, sondern die Oberschenkel an den Unterleib angezogen werden.

Die (hinteren) Lymphherzen des Frosches bewahren ihre Bewegungen mit auffallender Hartnäckigkeit. Ich hatte z. B. die Haut, welche das linke hintere Lymphherz bedeckt, in einem ungefähr vor einem Jahre eingefangenen Frosche hinweggeschnitten. Wurde nun das Thier in dem Grade betäubt, daß nicht nur mechanische Reize, sondern selbst die großen Drathe des kräftig geladenen Magnetelektromotors keine Spur von Reflexbewegungen hervorriefen, so klopften dessenungeachtet die beiden hinteren Lymphherzen schnell und lebhaft fort. Die Entfernung der Haut hatte keinen auffallenden Unterschied nach sich gezogen. Es gab hierbei im Anfange einen Zeitraum, der ein eigenthümliches Verhalten darbot. Legte ich nämlich die dickeren Drähte des Magnetelektromotors zu beiden Seiten des entblößten linken Lymphherzens an, so schlug dieses mit größerer Geschwindigkeit. Wiederholte ich den Versuch, indem ich die beiden Seiten der Wirbelsäule berührte, so standen beide Lymphherzen still. Ihre Ruhe dauerte merklich längere Zeit, als die elektrische Anregung. Es war hierbei gleichgültig, welche Stelle zwischen dem zweiten und siebenten Wirbel berührt wurde. Hatte ich den Doppelversuch mehrere Male mit dem gleichen Erfolge wiederholt und hatte daher indeß der Frosch einige Minuten an der Luft gelegen, so stand endlich das hintere Lymphherz still, so wie man nur die Drähte zu beiden Seiten desselben anlegte.

Obgleich die elektrischen Schläge das Rückenmark der ganzen Quere nach durchsetzten und einen gewissen Längenschnitt desselben vermöge ihrer Seitenausbreitung anregen mußten, so blieben doch im Anfange die Bauchmuskeln und die Hinterbeine vollkommen

uhig, während die Lymphherzen stillstanden. Wir sehen hieraus, daß der Einfluß, den as Rückenmark auf diese Gebilde ausübt, später als die Wirkung auf die freien Körper- uskeln zu Grunde geht.

Stehen endlich die Lymphherzen still, so klopft das Blutgefäßherz noch eine Zeit lang fort. Diese größere Zähigkeit rührt nicht von der verborgenen Lage des Herzens her. Ich entfernte einen Theil des Brustbeines eines lange vorher eingefangenen Frosches, so daß as Herz von selbst vorfiel, und brachte das Thier, nachdem die Blutung gestillt war, n Aetherdampf. Es sprang hier im Anfange mit auffallender Lebhaftigkeit herum und wurde dann ruhiger, während das Herz sichtlich schneller, aber, wie es schien, kraftloser schlug. Ich setzte die Betäubung so lange fort, daß selbst die kräftigsten Schläge des Kagnetelektromotors keine Zuckungen hervorriefen. Das Herz hatte dessenungeachtet einen Augenblick zu klopfen aufgehört.

Legt man das Herz eines in hohem Grade betäubten Frosches bloß, so bemerkt man häufig, daß es schwach und langsam schlägt, daß es aber noch beträchtlich mit Blut gefüllt wird und den gewöhnlichen Wechsel der Vorkammer- und der Kammerzusammenziehung darbietet. Doppelschläge und andere Unregelmäßigkeiten der Art sind mir hierbei nicht vorgekommen. Ich konnte es noch in diesem Zustand durch elektrische Reizung des verlängerten Markes zum Stillstande bringen. Es ereignete sich hierbei in einem Falle, daß es auch nach der Entfernung der Leitungsdräthe ruhig blieb. Legte ich diese an die Querfurche, so klopfte es wieder, aber nur so lange, als die elektrischen Ströme durchgingen. Der Versuch ließ sich zwei Mal hinter einander mit dem gleichen Erfolge anstellen. Wiederholte ich ihn in einem zweiten Frosche, so gelang er nur das erste Mal. Stand später das Herz still, so brachten es die elektrischen Ströme von Neuem in Thätigkeit. Es klopfte dann eine Zeit lang von selbst fort.

Will man das Verhalten des Capillarkreislaufes während der Aetherbetäubung beobachten, so spannt man die Schwimmhaut des einen Hinterbeines in der Bd. I. S. 170 Fig. 142 abgebildeten Vorrichtung aus und legt ein mit Aether durchtränktes Schwämmchen in den Kasten *b*. Man muß sich aber hier vor zwei Täuschungen in Acht nehmen. Hat man die Schwimmhaut zu sehr angespannt, so steht der Blutlauf auf der Stelle oder viel früher, als er sollte, still. Sind die Theile während der Beobachtung zu hohem Grade ausgetrocknet worden, so kann sich ihr Capillarkreislauf später, als in der gesunden Schwimmhaut erholen.

Es zeigt sich hierbei, daß das Blut in einer größeren Menge von Haargefäßen stockt und auffallend rothe und undurchsichtige Säulen bildet, während es in anderen Aesten lebhaft dahinströmt. Liegt auch der Frosch scheintodt, so daß er sich erst nach mehreren Stunden vollständig erholt, so dauert doch noch die Strömung des Blutes in einzelnen Gefäßen der Schwimmhaut fort. Sie verlangsamt sich nur in der Folge in merklichem Grade. Ich konnte dagegen kein durch den Aether bedingtes pulsatorisches Vor- und Rückwärtsschreiten, keine Blutergüsse und überhaupt keine Erscheinungen entzündlicher Reizung wahrnehmen. Die Untersuchung des Capillarkreislaufes ist aber im Stande, die noch übrigen leisen Regungen des Herzens, die man kaum mehr durch die Bewegung der entsprechenden Stellen der Bauchhaut erkennt, nachzuweisen.

Als Harleß [1]) die eine Schwimmhaut eines betäubten Frosches mit Essigsäure betupft hatte, stand die Blutbewegung in beiden Schwimmhäuten still. Sie kehrte später in der gesunden, nicht aber in der, welche mit der Säure in Berührung gekommen war, wieder. Es hatte sich zugleich die Zahl der Herzschläge durch diesen Eingriff vergrößert. Es ist mir nicht geglückt, den Versuch mit demselben Erfolge zu wiederholen. Ich hatte einen mittelgroßen, frisch eingefangenen grünen Grasfrosch 2½ Minuten lang n Aetherdampf verweilen lassen. Das Thier war vollkommen betäubt und zeigte keine Spur von Athembewegung mehr. Ich spannte nun jede der beiden Schwimmhäute auf einem durchbohrten Korke, dessen Oeffnung eine Glasplatte enthielt, aus und überzeugte mich, daß sich das Blut in den meisten Blutgefäßnetzen mit Lebhaftigkeit fortbewegte. Ich ließ dann die linke Schwimmhaut unter dem Mikroskope liegen, während ich die rechte mit Essigsäure begoß. Dieser Eingriff rief Reflexbewegungen hervor. Die Kehlmuskeln leiteten ihr Athmungsspiel von nun an ein. Der Kreislauf der linken Schwimm-

[1]) Bibra u. Harless, a. a. O. S. 142.

Herz, das nicht benetzt worden war, wurde keinen Augenblick unterbrochen. Ich verfolgte sie noch während der ganzen Erholungszeit. Die Blutbewegung stand dagegen in der anderen Schwimmhaut, die mit Essigsäure durchdrungen worden war, vollkommen still. Es schien noch, als ob das Thier seine frühere Lebhaftigkeit wieder gewonnen hätte.

Hatte ich Frösche, bis alle Athembewegung aufhörte, betäubt und schnitt ihnen dann das Herz aus, so ereignete es sich dessenungeachtet, daß sich die Ventrikel rhythmisch contrahirten. Es kam mir z. B. ein Mal vor, daß die Kehle von selbst zu pulsiren anfing und die Nackenbewegungen in den Hinterbeinen nach einiger Zeit auftraten.

Das Schlangengift kann auch die Maximalwerthe seines hydrostatischen Druckes während der höchsten Grade der Betäubung darbieten. Fügte ich z. B. einen der Bd. I S. 411 abgebildeten Apparate sofort in die Carotis eines Hundes, der zuerst Aethernarkose und dann Chloroformdämpfe eingeathmet hatte, so betrug der höchste Werth der Stromkraft 196 bis 212 Mm. Quecksilber, wenn das obere Ende der Carotis unterbunden war. Wurde dagegen diese Ligatur gelöst und der Strom gegen das Herz geleitet, so stieg sich die Stromkraft zwischen 140 und 184 Mm.

Der Magen und der Darm der betäubten Frösche bewahren ihre Empfänglichkeit für gewisse Reizmittel für lange Zeit. Hatte selbst die Unempfindlichkeit einen hohen Grad erreicht, so gelang es mir doch noch bisweilen, jene Theile durch elektrische Reizung des verlängerten Markes oder des Rückenmarkes zur Verkürzung zu zwingen.

Bei der Athmung der Thiere Aetherdämpfe eingeathmet, so kann man den Aether im Blute nachweisen. Die Blutkörperchen sollen gezackte Formen leichter annehmen. Bringt man Aetherdämpfe mit defibrinirtem oder mit dunkelrothem Blute in Berührung, so soll das Blut eine Farbenveränderung, die nur dem Einflusse des Aethers zugeschrieben werden könnte. Die dunklere Farbe, die das Blut bei solchen Versuchen annimmt, scheint jedoch nicht sowohl von dem unmittelbaren Einflusse des Aethers als mehr der gehinderten Umwandlung des Blutes herzurühren.

Bei den Thieren durch Aether- oder Chloroformdämpfe nachdrücklich und in längerer Zeit betäubt werden, so sinkt die Eigenwärme in auffallendem Grade. Ich schob z. B. einem mittelgroßen Kaninchen eine dünne Stricknadel versehenes Thermometer durch eine Wunde in der Schenkelbeuge eines der großen Kaninchens ein. Es ergaben sich [illegible] Minuten in den Aetherdünsten verweilte, so betrug der Wärmegrad [illegible] Eine große und fette Henne ergab 41,5 C. [illegible] Minuten den Einflüsse der Aetherdämpfe ausgesetzt, [illegible] Einzelne Unterschiede [illegible] Prüfte ich die Wärme der Eingeweide, [illegible] Thier aus den Aetherdämpfen herausgenommen worden war, [illegible] Dumeril und Demarquay [illegible] Eingeweide bei Hunden und Hühnern, die durch Aether [illegible] Spritzen [illegible] Athmung und Herzschlag in der Regel nur Stunden, so wiederholte sich [illegible] Stunden während des höchsten Grades der Betäubung. Die Eigenwärme stieg aber [illegible] Wiederholte ich dagegen den Versuch mit Chloroformdämpfen, so erhöhte [illegible]

[illegible] Einwendung, die mir in einer Form [illegible] kann deutlich bewiesen, daß die [illegible] Annahme der Eigenwärme [illegible] daß nur die [illegible] und der Dauer der Betäubung [illegible] Verschiedenheiten in den meisten Fällen [illegible] Thiere in einer verhältnißmäßig nicht sehr geräumigen [illegible] Athmung in dem Aether [illegible] Nahm ich sie dann [illegible] Schwimmgefäßen aus sich, lieferte [illegible] Wärmegrad der Thiere [illegible] und mit auffallender [illegible] nur den Verlust ergeben. Sie lieferte [illegible] Thier [illegible] verhältnißmäßig

[illegible]

ell an der Luft. Es ſchwankte nur noch längere Zeit bei dem Gehen. Es iſt auch méril und Demarquay [1]) ein Mal vorgekommen, daß ihnen eine Henne ſehr) in Chloroformdünſten ſtarb, ohne daß die Eigenwärme abgenommen hatte. Dieſe tſachen beweiſen, daß die Aether- und die Chloroformdünſte auf einzelne Hauptmaſſen centralen Nervenſyſtems zunächſt wirken, daß ſie keineswegs von vorn herein erſti- . Die Eigenwärme ſinkt erſt dann, wenn die Blutumwandlung tiefer geſtört den.

Man kann kaum bezweifeln, daß die Spannkraft [2]) der Aether- oder Chloroform- pfe das Abſorptionsvermögen, welches das Blut und die Ernährungsflüſſigkeit für Stoffe beſitzen und die Einflüſſe, welche ſie auf die Umwandlung des Blutes aus- , manche Erſcheinungen und vorzüglich die Schnelligkeit der Wirkung und die nlichkeit mit den Erſtickungsverhältniſſen erklären. Faſſen wir aber die früher er- uten Thatſachen zuſammen, ſo können wir faſt gewiß annehmen, daß die Hauptur- der Aetherwirkung in einer Störung der Molecularverhältniſſe des Nervenſyſtemes ht werden muß. Die verhältnißmäßig langſamere, aber immer noch mögliche Be- ung von Fröſchen, deren Herz vorher ausgeſchnitten worden, lehrt deutlich, daß die erdämpfe nicht erſt von dem kreiſenden Blute aufgenommen zu werden brauchen, um Einflüſſe geltend zu machen. Da ſich die ſo verſtümmelten Geſchöpfe an der Luft ten (S. 526.), ſo folgt, daß die Abdunſtung des Aethers die theilweiſe Rückkehr zu früheren Beſchaffenheit der Molecularverhältniſſe ſelbſt unter dieſen Verhältniſſen lich macht.

Die einfache mikroſkopiſche Unterſuchung iſt bis jetzt nicht im Stande geweſen, eine veränderung, die jener Störung der Molecularerſcheinungen entſpräche, nachzuweiſen. n kann zwar hin und wieder finden, daß die Primitivfaſern von Nerven, die durch er gelähmt worden, ihren gleichartigen hellen und durchſichtigen Inhalt nicht mehr bieten. Allein es kommt häufig vor, daß ſich kein ſicherer Formunterſchied nachwei- läßt, wenn ſchon die Lebensthätigkeiten aufgehört haben. Es müſſen daher dieſe von eren Verhältniſſen, als uns die Vergrößerungsgläſer bis jetzt nachgewieſen haben, ängen.

Bibra und Harleß [3]) glauben auf dem Wege der vergleichenden Analyſe gefun- zu haben, daß der Fettgehalt des Gehirns der in Aether betäubten Thiere ab- und der Leber zunimmt. Die Galle würde zugleich in reichlicherem Maaße abgeſondert den. Der Harn führt nach Gorup-Beſanez weniger Harnſtoff. Man kann da- en in ihm keine überſchüſſigen Fettmaſſen nachweiſen. Die Zukunft wird lehren müſ- , ob unſere chemiſchen Hilfsmittel in der That hinreichen, eine Abnahme des Fettge- tes der centralen Nervenmaſſen wahrhaft darzuthun. Die geſonderte Prüfung des ns eines geſunden und eines zweiten betäubten Thieres muß jedenfalls ſchwankende gebniſſe darbieten. Es dürfte ſchon jetzt zweifelhaft erſcheinen, ob die Störung der olecularverhältniſſe von dem Löſungsvermögen, das der Aether für Fette beſitzt, aus- ießlich abhängt. Bedenken wir, daß die Flimmerhärchen der ausgeſchnittenen leimhäute oder die Samenfäden durch Aetherdampf ebenfalls betäubt werden (Seite), ſo können wir wohl jedenfalls eine Annahme der Art als eine bloße Hypotheſe rachten.

Viele Forſcher haben die Wirkung des flüſſigen und des dunſtförmigen Aethers je Weiteres zuſammengeſtellt. Man kann ſich aber überzeugen, daß die Verſchieden- t dieſer beiderlei Molecularzuſtände manche Abweichungen in den Wirkungsweiſen h ſich zieht. Gasförmige Blauſäure wirkt weit ſtärker, als wäſſerige. Aether und loroform bieten das Gleiche dar. Das Gas dringt natürlich in concentrirterem Zu- ade in das Blut oder die Ernährungsflüſſigkeit ein. Es kann ſich auch im Durch- uitt auf eine größere Reihe von Punkten verbreiten. Bedienen wir uns einer Flüſ- eit, die ſich mit den thieriſchen Geweben leicht verbindet und dieſe zur Gerinnung ngt, ſo bleibt auch ihre Wirkung in höherem Grade beſchränkt. Sie kann aber als mpf ihre Einflüſſe weiter ausdehnen.

) Duméril und Demarquay, a. a. O. p. 194.

) Vergl. z. B. B. Ritter, in dem medicinischen Correspondenzblatte des würtembergischen ärztlichen Vereines. Bd. XVII. Stuttgart 1847. 4. S. 333 — 36.

) Bibra und Harless, a. a. O. S. 162. 63.

Die mechanischen Bedingungen, welche die den Aetherdämpfen ausgesetzten Theile darbieten, üben jedenfalls einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die Folgeerscheinungen aus. Pappenheim und Good [1]) fanden, daß die in dem Innern eines Nervenstammes befindlichen Nervenfasern später, als die peripherischen gelähmt werden. Es schreitet mithin die Wirkung von Außen nach Innen, wie es die Oertlichkeit erzielt, fort. Wir werden in der allgemeinen Physiologie finden, daß es die Formverhältnisse mit vieler Wahrscheinlichkeit erklären, weshalb die Flimmerhaare, die Samenfäden, die rothen Muskelmassen und die Eingeweide der Wirkung der Aether- und der Chloroformdämpfe später, als die freien peripherischen Nerven unterliegen. Die Centraltheile des Nervensystems müssen den geringsten Widerstand leisten. Das Gehirn und das Rückenmark bieten in dieser Hinsicht weniger Zähigkeit als die Theile des verlängerten Markes, welche die Athembewegungen unterhalten, dar.

Der Salzäther wirkt zwar schneller, als der Schwefeläther. Die Betäubung, die er hervorruft, vergeht dafür auch in kürzerer Zeit [2]). Der Salpeteräther führt sehr leicht zum Tode, weil salpetrige Säure sogleich erzeugt wird. Harleß und Bibra [3]) geben an, daß die Dämpfe des Essigäthers keine Betäubung bedingen, Tourdes [4]) dagegen, daß sie die gleichen Erfolge, wie der Schwefeläther, nur langsamer, nach sich ziehen.

Hatte Flourens [5]) Essigäther, Kleesäureäther, Weingeist, verdünnte Schwefelsäure oder kaustischen Salmiakgeist in die Schenkelschlagader von Hunden in der Richtung zum Herzen zu eingespritzt, so wurden die Muskeln der Hinterbeine fast vollständig gelähmt. Die Empfindlichkeit des Hüftnerven blieb dagegen unversehrt erhalten. Wiederholte er den gleichen Versuch mit Terpenthinöl, so kehrten dieselben Erscheinungen im Wesentlichen wieder. Die gelähmten Muskeln verfielen aber in einen starrkrampfähnlichen Zustand. Die Einspritzung von Salpeteräther führte auf der Stelle zum Tode. Die Pulver der Tollkirsche, des Schierlings, des Baldrians, des spanischen Tabaks und des Süßholzes vernichteten zwar ebenfalls die willkührliche Verkürzung der Hinterbeine. Der Hüftnerv hatte aber hier seine Empfindlichkeit eingebüßt, seinen Bewegungseinfluß dagegen beibehalten.

Das Chloroform, das Flourens [6]) und Bell an Thieren zuerst versuchten und Simpson zu medicinischen und zwar vorzüglich zu geburtshilflichen Zwecken für den Menschen empfahl, betäubt im Allgemeinen rascher, als der Schwefeläther. Ein mit dieser Flüssigkeit durchtränktes Tuch, das man vor die Nase hält, führt hier am Einfachsten zum Ziele. Man kann jedoch in einzelnen Thieren auf Ausnahmen stoßen. Ein Frosch hatte z. B. 2¼ Minuten im Aetherdampfe und 24 Stunden später 1½ Minuten in den Chloroformdünsten zur Betäubung nöthig. Ein Kaninchen dagegen brauchte 6¼ Minuten im Aether und 6¾ Minuten im Chloroform. Es hängt übrigens hierbei viel davon ab, welche Mengen von Flüssigkeiten zum Verdunsten dargeboten werden, ob der Raum, in dem sie verdampfen können, völlig geschlossen ist oder nicht und welchen Wärmegrad er besitzt.

Das Chloroform ist in mancher Hinsicht gefährlicher, als der Aether. Wir haben früher gesehen, daß sich ein Säugethier, sobald nur noch seine Athembewegungen fortdauern, in der Luft zu erholen pflegt. Dieses Merkmal trügt bisweilen bei dem Chloroform [7]). Es ereignet sich auch in dem Menschen, daß einzelne stürmische und unangenehme Zeichen auftreten, daß die Merkmale einer besonderen Aufregung zum Vorschein kommen, daß Frauen den Harn unwillkührlich entlassen, daß der Schlaf sehr lange dauert oder eine beunruhigende Stärke erreicht. Hat man mit dem Einathmen der Aetherdämpfe aufgehört, so pflegen sich die Wirkungen nicht mehr zu vergrößern.

---

[1]) Pappenheim und Good, in den Comptes rendus. Tome XXIV. Paris 1847. 4. pag. 497.
[2]) Flourens, in den Comptes rendus. Tome XXIV. Paris 1847. 4. p. 256 Bibra u. Harless, a. a. O. S. 166.
[3]) Bibra u. Harless, a. a. O. S. 171.
[4]) Tourdes, in der Gazette médicale de Strasbourg 1847. 4. Nro. 2. p. 62.
[5]) Flourens, a. a. O. Tome XXIV. p. 906 — 908.
[6]) Flourens, in den Comptes rendus. Tome XXIV. 1847. 4. p. 342.
[7]) Sédillot, in der Gazette médicale de Strasbourg. 1847. 4. Nro. 12. p. 406. 407

as Chloroform kann noch einen nachträglichen Einfluß ausüben. Man muß daher er in jeder Hinsicht vorsichtiger verfahren.

Obgleich das Chloroform rascher betäubt, so dauert doch meist die Unempfindlichkeit nger, als nach der Einathmung der Aetherdämpfe. Die Wirkung greift auch tiefer irch, so daß z. B. Augenoperationen oder künstliche Geburten sicherer als nach dem ebrauche der Aetherdämpfe vollführt werden. Man kann aber hier nachtheiligere Rückirkungen, wie Husten oder Brustbeklemmungen in Ausnahmsfällen erhalten. Es kommt sweilen vor, daß das Bewußtsein für kurze Zeit wiederkehrt und das Irrereden dann n Neuem beginnt [1]).

Athmet ein Mensch die Chloroformdünste ein, so empfindet er in der Regel die reinden Wirkungen derselben: Es können sich die Lippen oder der größte Theil des Gehtes röthen. Er spürt ein Brennen in der Nase oder im Munde. Die vermehrte usonderung der Mundflüssigkeiten führt leicht zu unwillkührlichen Schluckbewegungen id die Reizung der Schleimhaut der Athmungswege zu Hustenanstrengungen. Gerdy ürte zugleich einen deutlichen Zuckergeschmack an der Zungenwurzel, der Rachenenge, m Gaumenvorhange und dem Schlundkopfe. Uebelkeiten und Neigung zum Erbrechen, gene Wärmegefühle oder Schaudern, Sinnestäuschungen, unbewußte Harn- oder Stuhlrleerung können außerdem in einzelnen Fällen vorkommen. Der Mensch verfällt endh in tiefen Schlaf und beginnt oft zu schnarchen. Seine freien Körpermuskeln erlaffen. Die Unempfindlichkeit erreicht auch hier den höchsten Grad. Man kann daher deß eine schmerzhafte chirurgische Operation vornehmen oder eine Frau künstlich entnden, ohne daß sich hierbei Schmerzensregungen kund geben. Der Kranke erwacht äter, wie aus einem tiefen Schlafe. Andere schreien auf, sehen das Glüheisen, das sie ennt, beschweren sich über die Qualen, denen man sie aussetzt, wissen aber nichts mehr von, wenn sie später zum Bewußtsein kommen. Die angenehme Erinnerung und die röhlichkeit, welche nach dem Gebrauche des Aethers nicht selten auftreten, fallen hier der Regel hinweg.

Ich ließ die Chloroformdämpfe auf das gleiche Kaninchen, dessen Verhalten zu den etherdünsten S. 519 beschrieben worden, 24 Stunden später einwirken. Das Thier ob sich nach einer halben Minute lebhaft in die Höhe, athmete rascher, legte das eine hr um, drehte sich in seinem Behälter und schloß die Augen zur Hälfte. Eine Flüsgkeit lief zur Nase hervor. Hatte das Kaninchen die Chloroformdünste 2¼ Minuten ngeathmet, so zog es den Kopf zurück, ließ die Ohren sinken und verfiel in Schlafunk. Klopfte man an den Behälter, so bewegten sich nur die Nasenflügel. Hatte es ¼ Minuten in dem Apparate verweilt, so waren die Augenlider geschlossen. Es hatn die Athembewegungen der Nase und des Mundes aufgehört und das Thier erschien nst völlig scheintodt.

Wurde es dann in der Luft an den Ohren gefaßt, so schrie es lebhaft und anhalnd auf. Das Sehloch war um diese Zeit in mäßigem Grade erweitert. Berührte ich ie Bindehaut eine Minute später, so erhielt ich Bewegungen der Augenlider. Das hier stellte sich hernach auf die Vorderbeine, während die Hinterfüße wie todt liegen lieben. Das rechte Ohr war zugleich nach vorn und das linke nach hinten gerichtet. Drückte ich den Schwanz oder die Hinterbeine kräftig zusammen, so hob sich der Kopf. Diese Bewegung wurde dann von dem Kaninchen ohne weitere Veranlassung häufig wiederholt. Zerrte ich die Barthaare, so zog sich der Kopf zurück und wackelte dann eine eit lang. Das Thier war endlich nach 9 Minuten in dem Grade wiederhergestellt, daß s im Zimmer von freien Stücken herumlief.

Setzte ich den S. 519 erwähnten Frosch 24 Stunden später den Chloroformdämfen aus, so wurde er im Anfange unruhig. Er war dagegen schon nach 1¼ Minuten öllig scheintodt. Brachte ich ihn nach 1¾ Minuten an die Luft, so waren die Augender geschlossen, die Athemmuskeln gelähmt, das Herz dagegen immer noch thätig. Die rsten Athembewegungen der Bauchmuskeln fanden sich 6 Minuten später ein. Das hier öffnete dann eine halbe Minute darauf die Augenspalte zur Hälfte. Hatte der rosch 14 Minuten an der Luft gelegen, so traten Reflexbewegungen an dem linken Auenlide leichter als an dem rechten hervor. Sie fehlten dagegen noch an den übrigen örpermuskeln. Wendete ich das Thier 5 Minuten später um, so wurden die Hinter-

[1]) A. Martin u. L. Binswanger, Das Chloroform. S. 107.

beine an den Leib gezogen. Streckte ich sie dagegen, so blieben sie in dieser Lage [illegible] mußten noch 8 Minuten vergehen, ehe sie sich unter diesen Verhältnissen von selbst be[illegible]ten. Man konnte aber dann noch die Zehen oder die Rückenhaut zusammenpressen, [illegible] daß Reflexbewegungen der Glieder zum Vorschein kamen. Das Thier sprang bei [illegible] Versuche, es auf den Rücken zu legen, fort. Hatte es im Ganzen 40 Minuten [illegible] Luft zugebracht, so war der größte Theil der früheren Lebhaftigkeit wiedergekehrt.

Manche Forscher glaubten bemerkt zu haben, daß das Schlagaderblut trotz der [illegible]haltenden Einwirkung der Chloroformdämpfe hellroth bleibt. Genauere Untersuch[illegible] ergaben jedoch, daß hier ähnliche Verhältnisse, wie bei dem Aether wiederkehren. [illegible] die Athmung durchgreifender gestört, so erscheint auch das Arterienblut dunkel[illegible] Martin und Binswanger [2]) geben an, daß sich die Menge der Chlorverbindun[illegible] der Blutmasse durch die Einathmung des Chloroform vergrößert. Es kann nach S[illegible]dillot [3]) vorkommen, daß das Herz eines auf diese Weise getödteten Hundes [illegible] deutlichen Chlorgeruch verbreitet.

4494 **Einfluß des centralen Nervensystems auf die Ernä[illegible]rungsverhältnisse.** — Aeltere Forscher haben häufig die Behau[illegible] aufgestellt, daß die Zerstörung des Rückenmarkes den Kreislauf in [illegible] Schwimmhäuten des Frosches aufhebt. Man kann sich leicht überzeug[illegible] daß diese Angabe auf einem Irrthume beruht. Da der Herzschlag, we[illegible] selbst das gesammte centrale Nervensystem entfernt worden, einige [illegible] fortdauert, so erhält sich auch die Blutbewegung in den Gefäßen [illegible] Schwimmhaut, so lange das Herz mit der nöthigen Kraft wirken [illegible] und die örtlichen Nebenbedingungen nicht störend eingreifen.

Mehrere Verhältnisse können hier das Urtheil bestechen. Wird die Schwimmh[illegible] deren Kreislauf untersucht werden soll, zu sehr angespannt, so steht bisweilen die [illegible]bewegung sogleich still. Setzt man die Beobachtung längere Zeit fort, so kann das [illegible]trocknen der Schwimmhaut das gleiche Ergebniß herbeiführen. Hat man schädliche [illegible]mische Verbindungen, Eis oder sehr warme Körper zu Nebenversuchen angewandt [illegible] wiederholt sich dasselbe um so häufiger.

Wird die Schwimmhaut vor der Zerstörung des Rückenmarkes unter dem M[illegible] ausgebreitet, so stockt oft das Blut in vielen Gefäßen, unmittelbar, nachdem [illegible] Nervenverletzung eingeleitet hat. Die heftigen Krämpfe, die jenen Eingriff begleiten [illegible]gen dieser Erscheinung vorzugsweise zum Grunde. Untersucht man den Kreislauf [illegible] Zeit später, so findet man, daß er vollkommen regelmäßig vor sich geht. Mache[illegible] in der Folge Ernährungsstörungen geltend, so wird die Blutbewegung in der Nach[illegible]schaft der angegriffenen Punkte häufig aufgehoben. Vermeidet man dagegen die [illegible]ten Klippen, so überzeugt man sich, daß der vollständigste Capillarkreislauf der Schwi[illegible]häute mit dem Herzschlage in jedem Falle Hand in Hand geht.

4495 Die Zeit, während welcher die Herzthätigkeit und die Blutbeweg[illegible] fortdauern, wechselt mit der Art der Nervenverletzung und den Nebe[illegible]dingungen, welche das Alter und der Blutverlust, der Ernährungszu[illegible] des Thieres oder die Jahreszeit darbieten. Die Frösche geben im A[illegible]meinen im Sommer eher, als im Winter oder im Herbste zu Grund[illegible] Stellt man denselben Versuch an mehreren Fröschen gleichzeitig an [illegible] findet man, daß das Herz des einen länger, als das des anderen [illegible]

---

[1]) Amussat, in den Comptes rendus. Tome XXV. Paris 1847. 4. p. [illegible] Jobert, Ebendaselbst. p. 807. Blanchet, Ebendaselbst. p. [illegible] M[illegible] Binswanger, a. a. O. S. 109.

[2]) Martin u. Binswanger, a. a. O. S. 140. 41.

[3]) Sedillot, a. a. O. p. 407.

[4]) Brown-Sequard, in den Comptes rendus. Tome XXIV. Paris 1847. [illegible]

Hat man z. B. nur das verlängerte Mark ausgerottet, so können diese Schwankungen zwischen 4 und 48 Stunden liegen. Brown Sequard erhielt sogar Frösche, die das Gehirn und das verlängerte Mark verloren hatten, mehrere Wochen lang in den Kältemonaten am Leben. Kein anderer Theil des centralen Nervensystems hebt im Durchschnitt die Herzbewegung in so kurzer Zeit auf. Sie kann unter den gewöhnlichen Verhältnissen nach Entfernung des Gehirns 14, nach der des Gehirns und des Rückenmarkes, nicht aber des verlängerten Markes 5 Tage und nach der des gesammten Rückenmarkes allein fast 3 Monate fortdauern[1]). Wurde das centrale Nervensystem gänzlich ausgerottet, so stößt man in den günstigsten Fällen auf ungefähr die gleiche Zeitdauer, wie nach der Zerstörung des verlängerten Markes.

Da der Kreislauf der Säugethiere[2]) und der Frösche die Unthätig- 4496
keit der Centraltheile des Nervensystems kürzere oder längere Zeit überlebt, so läßt sich von vorn herein erwarten, daß die Absonderungen und die Ernährungserscheinungen nicht auf der Stelle still stehen werden. Die Erfahrung bestättigt diese Annahme auf das Vollständigste. Frösche, welche auf jene Weise verstümmelt worden, können noch verdauen und Harn absondern. Man ist sogar im Stande, jenen Satz an frisch getödteten Säugethieren zu erhärten. Leitet man hier die künstliche Athmung ein, so gelingt es unter günstigen Verhältnissen, daß neue Harnmassen unter dem Einflusse des wiederangeregten Herzschlages in die Blase herabkommen.

So sicher die Möglichkeit der Absonderung nachgewiesen werden kann, 4497
so schwer läßt sich bestimmen, inwiefern die Menge und die Beschaffenheit derselben durch jene Eingriffe verändert werden. Hat man das verlängerte Mark von Fröschen zerstört, so ist die Athmung aufgehoben. Die Kraft des Herzens erlahmt nach und nach. Es kann daher die Blutmasse die Drüsen und die Körpertheile überhaupt, wie im gesunden Zustande nicht versorgen. Erinnern wir uns der Einflüsse, welche die Centraltheile des Nervensystems der Säugethiere auf die Bewegungen der Brust- und der Baucheingeweide ausüben, so müssen wir eine Störung der Absonderungsverhältnisse derselben wahrscheinlich finden.

Die Widersprüche, auf die wir schon in der Betrachtung der periphe- 4498
rischen Nerven in dieser Hinsicht gestoßen sind (§. 4379), kehren auch hier von Neuem wieder. Fassen wir aber dasjenige, was physiologische Versuche und am Menschen gemachte Krankheitsbeobachtungen gelehrt haben, zusammen, so können wir vermuthen, daß die Absonderungen häufig vermindert und in mancher Hinsicht chemisch verändert sein werden. Die gelähmten Körpertheile werden unvollkommener ernährt. Sie magern mit der Zeit ab. Die Muskelmassen schwinden. Fett kann in günstigen Fällen an ihre Stelle treten. Werden die unthätigen Körpergebilde schädlichen

[1]) G. Gluge, Anatomisch-mikroskopische Untersuchungen zur allgemeinen und speciellen Pathologie Heft II. 1841. 8. S. 53 — 56. Bidder, in Müller's Archiv. 1844. S. 365.

[2]) Vgl. z. B. Flourens, a. a. O. p. 216 fgg.

Wirkungen ausgesetzt, so unterliegen sie eher. Ein anhaltender Druck führt daher leicht Eiterung oder Brand, die fortwährende Umgebung mit Flüssigkeiten wasserſüchtige Ausschwitzungen herbei. Es unterliegt überdies kaum einem Zweifel, daß einzelne Stellen des centralen Nervensystems der Säugethiere auf die Verhältnisse bestimmter Organe vorzugsweise wirken.

Hatte Magendie[1]) das Rückenmark von Hausſäugethieren in der Gegend der obersten Halswirbel durchschnitten, so kamen die gleichen Ernährungsstörungen des Auges, wie nach der Trennung des dreigetheilten Nerven (§. 4387.), zum Vorschein. Die Augen eines Hundes, in dem er die Pyramide und den strickförmigen Körper an der einen Seite zu verletzen gesucht hatte und der erst am folgenden Tage gestorben war, erschienen mit Blut überfüllt. Sie sanken bei der Eröffnung der Brusthöhle von selbst mit zusammen.

Oeffnet man die Leichen von Kaninchen, in denen der Balken, das Gewölbe, die Sehhügel und die ihnen benachbarten Theile einige Zeit vorher durchschnitten worden waren, so findet man häufig, daß sich eine auffallende Menge galligter Flüssigkeiten in dem Darme angesammelt hat. Die ärztliche Erfahrung machte auch schon längst auf einen gewissen Zusammenhang der Hirnverletzungen mit Störungen der Leberthätigkeiten aufmerksam. Es war aber bis jetzt nicht möglich, die Ursachen dieser Erscheinung oder selbst nur die Orte des centralen Nervensystems, von denen sie ausgeht, genauer anzugeben. Man weiß eben so wenig, ob sich dabei die Bauchspeicheldrüse [2]) in ähnlicher Weise betheiligt oder nicht.

Wir haben schon §. 4496 gesehen, daß die Fortdauer der Harnabsonderung nur die Anwesenheit des Kreislaufes, nicht aber die Thätigkeit irgend eines Theiles des centralen Nervensystems voraussetzt. Andere Versuche, die man an lebenden Thieren anstellt und Krankheitsbeobachtungen, die man am Menschen macht, erhärten das Gleiche. Säugethiere können die Abtragung des großen oder des kleinen Gehirns oder die Zerstörung des Rückenmarkes länger, als die völlige Unterdrückung der Harnabsonderung überleben. Menschen, in denen ein beträchtlicher Bezirk des Gehirns oder des Rückenmarkes unheilig geworden, liefern meistentheils Urin, so lange sie überhaupt am Leben bleiben. Hunde oder Meerschweinchen, in denen man das Rückenmark in der Gegend des ersten Halswirbels getrennt hat, können noch, wie gewöhnlich, Harn bereiten [3]).

Manche Aerzte glaubten bemerkt zu haben, daß der sonst saure Urin des Menschen, wenn die Unterhälfte des Rückenmarkes gelähmt ist, alkalisch erscheint. Zweierlei Umstände können hier zu Täuschungen führen. Enthält der Harn beträchtlichere Beimischungen von Eiter oder von eiterigem Schleime, so sind diese fremdartigen Bestandtheile im Stande, eine alkalische Reaction in den Vordergrund zu drängen. Wir haben überdies schon früher gesehen, daß die Aussonderung des Harnes in Kranken, die an Rückenmarkslähmung leiden, gestört ist. Er fault daher leichter in und an dem menschlichen Körper. Ein Theil des Harnstoffes geht hierbei in kohlensaueres Ammoniak über (Bd. I. S. 207.). Man kann daher hier auf einen scheinbar alkalischen und ammoniakreichen Urin stoßen. Reinigte Golding Bird [4]) die Harnblase einer paraplegischen Frau, die stinkenden alkalischen Harn entleerte, mit warmem Wasser, so floß dann saurer Urin ab. Die an Thieren angestellten Beobachtungen bestättigen diese Auffassungsweise. Hat man die untere Hälfte des Rückenmarkes von Hunden zermalmt, so findet man, daß sie einen saueren Urin in den ersten darauf folgenden Tagen liefern. Die Verhältnisse der übrigen Bestandtheile unterliegen so vielen Wechselfällen, daß sich für jetzt noch nicht entscheiden läßt, in wiefern die Krankheit des centralen Nervensystems die innere Zusammensetzung jener Absonderung ändert oder nicht. Es ließe sich theore-

[1]) Magendie, a. a. O. S. 199.
[2]) Vgl. z. B. H. A. A. Brandts, De medullae spinalis in secretiones et nutritionem actione. Berolini 1841. 8. p. 21.
[3]) Ségalas, in dem Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1844. 8. p. 1105.
[4]) R. B. Todd, Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol III. London 1847. 8. pag. 721. s.

tisch erwarten, daß der Harnstoff und die schwefel- und die phosphorsaueren Verbindungen abnehmen, weil ein Theil der Muskelmasse des Körpers gleichzeitig gelähmt ist. Man hat aber bis jetzt höchstens die procentigen Werthe der Bestandtheile des Harns und nicht zugleich die absoluten Mengen berücksichtigt, so daß die vorliegenden Erfahrungen zur Entscheidung jener Frage nicht dienen können.

Der Same eines Menschen, der an Rückenmarkslähmung leidet, vermag seine befruchtende Kraft ungestört beizubehalten.

Es ereignet sich häufig, daß Kinder, die an hitziger Hirnwassersucht, an Hirntuberkeln oder an ähnlichen Fehlern leiden, in Schweiß zerfließen, eine Erscheinung, die man mit Recht zu den bedenklichsten Zeichen zu rechnen pflegt. Man würde aber irren, wenn man eine Vermehrung der Schweißabsonderung als eine beständige Folge der Leiden des centralen Nervensystemes ansehen wollte. Es kommt vielmehr bisweilen bei Rückenmarkslähmungen vor, daß die unthätigen Glieder trockener bleiben, während die gesunden reichlich schwitzen.

Die an Fröschen angestellten Untersuchungen bestättigen ebenfalls, daß alle Absonderungen, die wir genauer verfolgen können, fortdauern, so lange der Herzschlag und mit ihm ein ausgedehnterer Kreislauf erhalten bleibt. Frösche, denen man das Gehirn und das Rückenmark ausgerottet hat, können noch Speisen verdauen und beträchtliche Harnmengen liefern. Dieser häuft sich bisweilen so sehr in der Blase an, daß deshalb der Unterleib in auffallendem Maaße ausgedehnt wird [1]).

Die Veränderung, welche der Ernährungszustand erleidet, verräth sich in den Muskeln deutlicher, als in vielen anderen Gewebtheilen. Jene erschlaffen bisweilen nach und nach, werden mit der Zeit blasser und unterliegen endlich ähnlichen Veränderungen, wie sie im Anfange der Maceration einzutreten pflegen. Verliert zugleich ein Glied seine Fettmassen, so magert es im Ganzen ab. Es kann aber auch vorkommen, daß es einen stattlichen Umfang beibehält, weil größere Fettmengen zurückbleiben oder selbst neue ausgeschieden werden, oder weil sich eine reichlichere Quantität einer wässerigen Flüssigkeit in den Maschen des Zellgewebes abgesetzt hat. Die Haut der abgemagerten Glieder erscheint bisweilen trockener. Sie gleicht oft einem zu weiten Ueberzuge. Die Oberhaut schilfert sich nicht selten reichlicher los und die Nägel sollen ebenfalls rascher wachsen. Ein anhaltender Druck oder andere schädliche Einflüsse führen leicht zu brandiger Entartung, vorzüglich der Hautdecken und zur Verschwärung der unter ihnen liegenden Theile. Knochenbrüche erzeugen immer Ausschwitzungen, die bald verknorpeln und oft auch verknöchern. Es kann ein fester Callus in günstigen Fällen auftreten. Man hat aber auch nicht selten bemerkt, daß dieses Endziel später, als sonst oder gar nicht erreicht wurde.

Die Frösche führen hier wiederum zu sehr mannigfachen Ergebnissen. Frisch eingefangene grüne Grasfrösche oder Wetterfrösche, die in feuchtem Moose aufbewahrt werden, zeigen weniger durchgreifende oder angeblich selbst gar keine mit Sicherheit nachzuweisende Ernährungsstörungen [2]). Hält man dagegen die Thiere in Wasser, das selten gewechselt und daher mit faulenden organischen Theilen immer mehr verunreinigt wird, so können die Entartungen einen sehr hohen Grad erreichen.

Hatte ich die vorderen Nervenwurzeln eines Frosches durchschnitten und ließ ihn dann in einem mit Wasser gefüllten Glase liegen, so daß nur die obere Hälfte des Körpers hervorragte, so war der gelähmte Hinterfuß schon am dritten Tage wasserfüchtig angeschwollen, das gesunde Hinterbein zeigte dagegen keine Spur dieser Entartung. Es kommt in solchen Versuchen häufig vor, daß sich die Oberhaut in größeren Lappen loslöst, eine Erscheinung, die jedoch auch an gesunden Fröschen unter ähnlichen Verhältnissen nicht selten auftritt. Hatte ich die hinteren Wurzeln durchgeschnitten, so schienen die Ernährungsstörungen im Allgemeinen später aufzutreten, nichts desto weniger aber in der Folge einen gleich hohen Grad zu erreichen. Die Hinterbeine von Fröschen, denen drei Wochen vorher die mittlere Gegend des Rückenmarkes quer durchschnitten worden, litten an sehr auffallender Wassersucht. Ihre Oberhaut ging in großen Lappen davon. Die Weichgebilde erschienen schlaffer und durchweichter. War die hintere Hälfte des Rückenmarks durch einen Längenschnitt, der Mittellinie nach getheilt worden, so machten die Thiere noch nach zwei Monaten einzelne unpassendere Sprungbewegungen. Sie konnten

[1]) Bidder, a. a. O. S. 373.
[2]) Bidder, a. a. O. S. 366 fgg. Axmann, a. a. O. p. 15. 16.

aber ihre Muskeln willkührlich beherrschen und die ihre Haut treffenden Eindrücke auffassen. Die Hinterbeine waren sichtlich abgemagert. Es fehlte jedoch jeder übermäßige Wassererguß zwischen der Haut und den Muskelmassen.

Hat man die hintere Hälfte des Rückenmarkes zermalmt, so können die wassersüchtigen Anschwellungen, die Abmagerung, die lappige Abschuppung der Oberhaut und die Zerstörung einzelner Hinterzehen wiederkehren. Ein Beispiel vermag aber auch zu beweisen, daß ein in unreinem Wasser aufbewahrter Frosch noch durchgreifendere Ergebnisse in diesem Falle zu liefern im Stande ist. Die Hinterbeine eines Thieres der Art waren nach acht Wochen so sehr verfault, daß sich die Muskeln, die Sehnen und die Bänder der Füße von selbst loslösten und die Knochen bloslagen. Die Auflösung schritt dann nach den Unterschenkeln hin fort. Es blieben endlich nur das Schienbein und einige Lappen der Weichgebilde übrig. Das Thier war dessenungeachtet noch 11 Wochen nach der Operation verhältnißmäßig munter. Es bewegte die vordere Hälfte seines Körpers mit vieler Lebhaftigkeit. Die Rückenwunde hatte sich mittlerer Weite vernarbt. Ein Wall war an der Grenze des entblößten Knochens entstanden. Schnitt ich nun das linke Schienbein aus dem Kniegelenke heraus, so floß kein Blut hervor. Der Amputationsstumpf hatte sich innerhalb der folgenden Woche geschlossen. Die beiden verletzten hinteren Extremitäten boten jedoch keine Wassersuchtanschwellung dar, weil die Lufthauträume nach Außen offen standen. Der Frosch starb endlich 14 Tage nach der Entfernung des Schienbeines. Die Muskeln der Hinterbeine erschienen blaß und nur macerirt. Die Längsfäden traten in ihren Fasern schärfer, als die Querstreifen, die häufig gar nicht mehr nachzuweisen waren, hervor [1]).

Hatte Stilling [2]) die hintere Hälfte des Rückenmarkes ausgerottet, so bemerkte er nicht bloß die lappige Hautabschuppung und die Zerstörung einzelner Zehen, sondern auch Eiterrenbildungen (Bd. I. §. 388.), die an den Zehen und der Schwimmhaut begannen und sich dann häufig auf den übrigen Körper verbreiteten. Waren sie bis zur Gegend des Mundes vorgeschritten, so gingen die Thiere binnen Kurzem unfehlbar zu Grunde.

Da die tiefer greifenden Ernährungsstörungen nur dann, wenn die Aufbewahrungsweise der Frösche diese Art von Erfolgen begünstigt, zum Vorschein kommen, so können wir mit Recht schließen, daß sie keine unmittelbare Folge des aufgehobenen Nervenreizes darstellen. Die Weichgebilde verlieren nur die Fähigkeit, denselben Grad von Widerstand, den die gesunden Theile äußeren Schädlichkeiten leisten, entgegenzusetzen. Sie erhalten sich daher in unversehrtem Zustande, so wie jene Nebenbedingungen mangeln. Sie können dann höchstens, wie alle unwirksamen Organe, im Laufe der Zeit abmagern.

4499 Einzelthätigkeiten des Rückenmarkes. — Wir haben schon §. 4419 bemerkt, daß sich noch keine Kreuzungseinflüsse in dem Bereiche des Rückenmarkes geltend machen. Es wird dagegen ein um so größerer Bezirk dem Willensbefehle entzogen, je höher hinauf man diesen Theil des centralen Nervensystems der Quere nach vollständig durchschneidet. Läßt man die innere graue Masse größtentheils zurück, während man die weiße so sehr als es angeht, trennt, so wird hierdurch die Ausführung der Willensbefehle nicht unmöglich gemacht. Reizt man einen Querschnitt des Rückenmarkes mechanisch, so können sich nicht bloß diejenigen Muskeln, deren Nervenwurzeln in der Nähe der Verletzungsstelle eintreten, sondern auch die, deren Nervenfasern viel weiter nach hinten von dem Rückenmarke aufgenommen werden, verkürzen.

4500 Da die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven in die hintere, die vorderen dagegen in die vordere Seite des Rückenmarkes eindringen, so

[1]) De functionibus nervorum. p. 155.
[2]) Stilling, in Müller's Archiv. 1841. S. 282. 83.

darf man mit Recht erwarten, daß die Nachbarbezirke jener Einpflanzungsstellen hinten vorzugsweise Empfindungen und vorn Bewegungen anregen werden. Legt man das Hals- oder das Lendenmark eines Säugethieres bloß, so kann man sich auch in der That bald überzeugen, daß jeder Reiz, der die hintere Oberfläche trifft, heftige Schmerzen, jeder dagegen, der die vordere angreift, Bewegungen nach sich zieht.

Die Anatomie sondert das Rückenmark in zwei hintere, zwei seitliche 4501
und zwei vordere Stränge. Diese Unterschiede fußen nur auf den äußeren Formverhältnissen. Die einzelnen Bezirke gehen in einander im Innern unmittelbar über. Jede Scheidung beruht hier auf einem künstlichen und willkührlichen Verfahren. Es ist daher streng genommen nicht gerechtfertigt, von den Thätigkeiten der einzelnen Rückenmarksstränge zu sprechen. Dieser Ausdruck kann höchstens verschiedene Hauptmassen, die bloß äußerlich abgegrenzt sind, angeben wollen.

Zweierlei Ansichten haben sich in dieser Beziehung geltend gemacht. 4502
Manche Forscher, wie Bell, Magendie, Fodéra, Rolando, Backer, Calmeil, Kürschner, van Deen, Stilling, Dupré, Longet und Eigenbrodt schlossen aus ihren Beobachtungen, daß die Rückenmarksstränge die Thätigkeiten der in sie eintretenden Nervenwurzeln unverkümmert bewahren. Die hinteren werden daher nur Empfindungen und keine Bewegungen, die vorderen aber Muskelverkürzungen und keine Schmerzenseindrücke vermitteln. Bellingeri, Schoeps, Seubert, Magendie (nach späteren Versuchen), ich, Budge und Volkmann dagegen gelangten zu der Ansicht, daß sich ein gewisser Grad von Mischung geltend macht. Obgleich zwar die hintere Hälfte vorherrschend empfindlich ist und die vordere die Bewegungen vor Allem beherrscht, so enthält doch schon jene einzelne motorische und diese eine gewisse Menge sensibler Elemente.

Ein Theil dieser Widersprüche ist aus der Unbestimmtheit der hierbei gebrauchten Ausdrücke hervorgegangen. Manche verstanden nämlich unter dem Namen der hinteren Rückenmarksstränge die ganze hintere Hälfte des Rückenmarkes, die also noch die hintere Abtheilung der Seitenstränge umfaßt. Sie konnten daher von einer gemischten Thätigkeit, wie selbst die Versuche von Longet, Stilling und Eigenbrodt lehren, mit Recht sprechen: Denn es unterliegt keinem Zweifel, daß noch der ganze Umfang der Seitenstränge Bewegungen hervorzurufen vermag. Diejenigen Forscher, welche gegenwärtig die rein empfindliche Natur der hinteren und die rein bewegende der vorderen vertheidigen, schließen hierbei die Seitenstränge gänzlich aus.

Frisch getödtete Säugethiere können über die Bewegungskräfte der einzelnen Gegenden des Rückenmarkes Aufschluß geben. Es versteht sich übrigens von selbst, daß man sich weder hier noch an lebenden Geschöpfen durch die Reflexbewegungen täuschen lassen darf.

Hat man einen Querschnitt durch das Rückenmark eines unmittelbar vorher getödteten Kaninchens geführt, so kann man sich in glücklichen Fällen bald überzeugen, daß die Anregung des rechten Vorderstranges Bewegungen in den Muskeln der rechten und die des linken Verkürzungen in denen der linken Körperhälfte hervorruft. Die hinteren

Stränge liefern keine ähnliche Erscheinungen, sobald die Reflexthätigkeiten aufgehört haben [1]). Es bleibt Alles ruhig oder es entstehen höchstens sehr schwache Bewegungen, wie man tiefer vordringt. Griff ich aber in solchen Versuchen die Seitentheile des Brust-Lendenstückes des Rückenmarkes selbst über der Fläche, die dem Centralkanal entspricht, in Kaninchen mit der Nadel an, so erhielt ich noch lebhafte Bewegungen in den Hinterbeinen. Diese Thatsache konnte schon andeuten, daß die Verkürzungseindrücke den vorderen Strängen nicht ausschließlich zukommen. Longet [2]), der sich des galvanischen Stromes bediente, machte die gleiche Erfahrung an größeren lebenden Hunden. Die Seitenstränge lieferten nur schwächere Muskelverkürzungen, als die vorderen.

Die Forscher, welche sich mit der Prüfung der Empfindlichkeitsbezirke des Säugthierrückenmarkes in neuerer Zeit beschäftigt haben, erhielten im Ganzen ungleiche Ergebnisse. Budge [3]) bemerkte in Katzen und Hunden, daß alle Schichten des Rückenmarkes, vordere, hintere und seitliche, empfindlich sind. Reize, welche die Vorderfläche trafen, erregten nur weniger Schmerzen, als die, welche die Hinterfläche berührten. Das Innere der Vorderstränge schien empfindlicher, als die Außenseite derselben zu sein. Stilling [4]), dessen Versuche vorzugsweise an jungen Katzen angestellt wurden, fand die Hinterstränge, den grauen Rolando'schen Streifen, der dicht nach außen von ihnen liegt, und die hintere graue Masse empfindlich, die Seitenstränge, die vorderen grauen und weißen Massen dagegen unempfindlich. Longet [5]) und Eigenbrodt [6]) erhielten ähnliche Ergebnisse an größeren Hunden.

Van Deen [7]) und Stilling [8]) haben eine beträchtliche Reihe von Versuchen, die mit vielem Scharfsinn ausgedacht und mit bedeutender Geschicklichkeit und Beharrlichkeit durchgeführt wurden, zu demselben Zwecke angestellt. Jene Forscher schließen aus ihren Beobachtungen, daß die hinteren Rückenmarksstränge der Frösche die Empfindungen und die vorderen die Bewegungen ausschließlich vermitteln. Sollen sich diese Eigenschaften verrathen, so müssen nach ihnen die entsprechenden grauen Massen mitwirken. Die weißen allein können jene Thätigkeiten nicht bedingen.

So dunkel auch noch der innere Bau des Rückenmarkes erscheint, so liefern uns doch schon unsere gegenwärtigen Kenntnisse manche Haltpunkte, um die Beweiskraft einzelner bei diesen Bemühungen angestellten Versuche zu schwächen. Wir wissen, daß die Nervenfasern der hinteren Wurzeln zunächst in die Hinterstränge eindringen. Da nun die vorderen Wurzeln keine Empfindungsfasern enthalten, so können diese nur von den hinteren Strängen aus nach den vorderen vordringen. Etwas Aehnliches gilt von den bewegenden Fasern, wenn sie die Hinterstränge erreichen sollen. Trennt man nun die hinteren von den vorderen Strängen, so müßte man hiernach die Fasern oder die Nervenzwecke überhaupt, welche die Mischung möglich machen, an irgend einem Punkte durchschneiden. Man kann sich hieraus erklären, weshalb dann die hinteren Stränge nur empfindel und die vorderen rein motorisch erscheinen.

Wir wissen ferner, daß viele Nervenfasern nach ihrem Eintritte in das Rückenmark gegen die entsprechenden grauen Massen hinstreichen. Schneidet man nun z. B. die hintere weiße Substanz von der hinteren grauen größtentheils los, so wird der Schnitt eine entsprechende Menge von Empfindungsfasern unmittelbar verletzen. Es werden daher die zu ihnen gehörenden peripherischen Empfindungsbezirke gelähmt sein. Es wäre dagegen

---

[1]) Marshall Hall, Abhandlungen über das Nervensystem. Uebersetzt v. Kürschner. Marburg 1840. 8. S. 192. Müller's Archiv. 1840. S. 115 fgg.

[2]) F. A. Longet, Anatomie et Physiologie du système nerveux. Tome I. Paris 1842. 8. pag. 273.

[3]) J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft I. Frankfurt a. M. 1841. 8. S. 10. 11.

[4]) Stilling, in Roser und Wunderlich's medicinischer Vierteljahrsschrift. Bd. I. Stuttgart 1842. 8. S. 106 — 112.

[5]) Longet, a. a. O. p. 273. 74.

[6]) C. Eigenbrodt, Ueber die Leitungsgesetze im Rückenmarke. Giessen 1841. 8. Seite 32.

[7]) J. van Deen, Traité et Découvertes sur la physiologie de la moelle épinière. Leyde 1841. 8. p. 11 fgg. Vgl. Repertorium. Bd. VI. S. 311.

[8]) B. Stilling, Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarkes und der Nerven. Leipzig 1842. 8.

möglich, daß die entfernteren Theile ihre volle Wirksamkeit vermöge der Durchleitung der weißen Stränge bewahrten [1]). Die gleiche Anschauungsweise ließe sich auch auf die bewegenden Fasern übertragen.

Die Thatsachen, die wir schon früher bei Gelegenheit der Reflexerscheinungen kennen gelernt haben, erhärten mit Bestimmtheit, daß die zweckmäßige Thätigkeitsverbindung einzelner Muskelgruppen, wie die Beugung und die Streckung der Gliedergelenke, von dem Rückenmarke und nicht von den peripherischen Nerven ausgeht. Man hat sich bis jetzt vergeblich bemüht, die einzelnen Bezirke, welche diese höheren Befehle ertheilen, genauer kennen zu lernen. Die grauen Massen, denen die Nervenfasern nach ihrem Eintritte in das Rückenmark begegnen, spielen hierbei wahrscheinlich eine Hauptrolle. Die Stimmungen des Nervensystems entscheiden überdies, welche Art von Wirkung zu Stande kommt. Hat man z. B. einen Frosch enthauptet und reizt das Rückenmark in der Gegend des zweiten Wirbels, so pflegen die Hinterbeine nach vorn, gegen die Schnittfläche gewendet und mithin wenigstens in den Hüftgelenken gebeugt zu werden. Wiederholt man dagegen den Versuch an einem mit Strychnin oder mit Opium vergifteten Thiere, so erhält man Streckungen der Hinterbeine, so wie sich das Präparat in dem hierzu günstigen Empfänglichkeitszustande befindet. 4503

Bellingeri hatte früher die Vermuthung aufgestellt, daß die vorderen Stränge des Rückenmarkes die Beugung und die hinteren die Streckung der Glieder leiteten, ein Satz, dem ich nach früheren Beobachtungen beitreten zu können glaubte. Budge dagegen schrieb umgekehrt die Beugung der hinteren und die Streckung der vorderen Hälfte des Rückenmarkes zu. Alle diese Anschauungsweisen beruhen jedoch mehr auf hypothetischen Vorstellungen, die noch keinen sichern Halt in physiologischen Versuchen gefunden haben und höchstens durch einzelne zweideutige Krankengeschichten gestützt werden können [2]).

Was die Frösche betrifft, so hat Engelhardt [3]) mit Recht aufmerksam gemacht, daß hier häufig die Anregung der Kopf- oder der Schwanzbeinhälfte des Rückenmarkes zu abweichenden Ergebnissen führt. Diese Thatsache hat sich mir ebenfalls bestättigt. Harleß [4]) suchte sie genauer zu verfolgen. Hat man nämlich einen Frosch in der Gegend des ersten Wirbels enthauptet und schneidet dann das Rückenmark von Wirbel zu Wirbel der Quere nach vollständig durch, so werden im Anfange die Hinterbeine gegen die Verletzungsstelle hinübergebogen, als wollten sie den reizenden Körper fortstoßen. Diese Erscheinung wiederholt sich im Ganzen, bis man zur Gegend des vierten bis fünften Wirbels gekommen ist. Die Stärke der Bewegungen sinkt aber, je weiter man nach hinten fortschreitet. Sie pflegt in der Gegend des fünften Wirbels so weit abgenommen zu haben, daß hier nur sehr schwache und unbestimmtere Muskelverkürzungen zu Stande kommen. Geht man von nun an weiter nach hinten, so werden die Hinterbeine gestreckt. Diese Bewegungsweise hält zugleich länger, als die frühere Beugung an. Sie nimmt ebenfalls um so mehr, je weiter man nach hinten vordringt, ab. Die Versuche gelingen nicht selten, man mag die Wirbelsäule von vorn oder von hinten her angreifen. Hat man vorher das ganze Rückenmark bloßgelegt, so ereignet es sich häufig, daß der Einfluß der vorderen Hälfte oder die Empfänglichkeit des gesammten Rückenmarkes binnen Kurzem schwindet und der Versuch selbst unreiner ausfällt oder vollständig versagt.

Man bemerkt bisweilen, daß die Frösche ihre Hinterbeine im Augenblicke der Ent-

---

[1]) Vgl. Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig 1845. 8. S. 552.

[2]) De functionibus nervorum. p. 134 fgg. Budge, a. a. O. Heft I. S. 37 fgg.

[3]) Engelhardt, in Müller's Archiv. 1841. S. 206 — 209.

[4]) Harless, Ebendaselbst. 1846. S. 74 — 95.

hauptung lebhaft strecken und nicht, wie gewöhnlich, n
Glieder ruhiger halten. Reizt man das Rückenmark
dritten Wirbels mit den Drähten des Magneteleftro
Streckkrämpfe. Diese wiederholen sich auch, wie wir s
oder mit Strychnin vergiftet worden sind. Wir müsse
wegungsart der Hinterbeine nicht bloß von den einz
sondern auch von dem Stimmungszustande desselben
ausgesetzt wird, abhängt.

Die Vorderbeine führen zu ähnlichen Erscheinunge
det man nämlich das Rückenmark Wirbel für Wirbel d
von dem vierten bis fünften Wirbel nach vorn geht, s
erst zu strecken und dann zu beugen, bis endlich all
ausbleiben.

4504 **Verlängertes Mark.** — Wir werd
daß Säugethiere, denen das große und das
worden, nicht sogleich zu Grunde gehen. Sie
unter passenden Vorsichtsmaaßregeln fortleben.
Halstheil des Rückenmarkes der Quere nach,
der Stelle nach. Es ereignete sich sogar, daß
mark eines Menschen abriß. Der Kranke war
den Gliedern gelähmt, der Bezirk seiner Ath
abgenommen, Harn und Stuhl gingen unwillkü
nicht ab, das Glied steifte sich, so wie es berü
Allein alle diese Beschwerden reichten nicht hin
binnen Kurzem zu vernichten. Der Mensch sta
selbst mehrere Monate nach dem Unglücksfalle.

4505 Die Zerstörung des verlängerten Markes
Säugethier überlebt sie eine irgend beträchtlich
die sie unmittelbar nach sich zieht, beschließen a
Herzschlag nicht auf der Stelle zu Grunde geh
scheinung liegt darin, daß die Athmung und m
Blutes und deren fernere Folgen stille stehen.

Man hat vielfach gestritten, ob der von dem Ru
besitzt oder nicht. Lassen wir die Täuschungen, nach de
Ohrfeige erröthete, sich nach einem Schalle umwandte o
empfindungen von sich gab, bei Seite, so wissen wir
unserer Kenntnisse, daß das Rollen der Augen, die Ver
bungen der Lippen, das Zusammenklappen der Kiefer kei
Bewußtsein darstellen. Diese Veränderungen können di
auf das centrale Nervensystem ausübt, den später die
erzeugt, bedingt sein. Andere Gründe sprechen dagegen
der Enthauptung [1]).

Der Streich geht in der Regel zwischen dem vierte
selten höher hindurch. Es wird ein sehr empfindlicher T
jedenfalls getroffen. Der Mensch muß einen furchtbarer
lich über den größten Theil des Körpers zu verbreiten
Verwundung erleiden. Mag die Empfindung nur eine
täubung, welche dem heftigen Schlage auf der Stelle na
so können wir doch kaum bezweifeln, daß ein solcher Ei
kurze Dauer, vorhanden ist.

[1]) Vergl. S. Th. v. Sömmerring, Vom Baue de
Abth. II. Leipzig 1844. 8. S. 277.

Ein Mensch, dessen Halsmark in der Mitte durchrissen worden, kann noch Wochen ng fortleben. Der Enthauptete stirbt also nicht an der Verletzung des Rückenmarkes, e ihm beigebracht worden. Sein Rumpf geht zu Grunde, weil er von dem verlänger- n Marke abgeschnitten ist, weil die Athmung unterbrochen und der regelmäßige Kreis- uf hierdurch und durch den beträchtlichen Blutverlust gestört worden, der Kopf, weil m kein neues hochrothes Blut zufließt. Will man daher annehmen, daß das Bewußt- in auf der Stelle verloren geht, so kann man nur auf die Betäubung, die der Schlag mittelbar nach sich zieht, rechnen. Die Hirnlähmung dagegen, welche der Mangel des chrothen Blutes bedingt, tritt wahrscheinlich erst nach einiger Zeit und seien es auch r einige Secunden, später hervor. Dasselbe gilt vermuthlich von den Folgen des ge- geren Druckes, den das Blut ausüben kann.

Der guillotinirte Kopf fällt sogleich nach dem Streiche von einer gewissen Höhe runter. Es wäre möglich, daß diese Erschütterung noch empfunden wird, wenn das ewußtsein nicht gänzlich erloschen oder wenn es nur für schwächere Eindrücke unterge- ngen ist. Dasselbe gilt für die freie Enthauptung, bei der man den losgelösten Kopf ntrollen läßt. Wird er dagegen an den Haaren gehalten, so erspart man jenen achschlag.

Das Gehirn verliert im Allgemeinen weniger Blut, als die andern Körpertheile S. 504.). Denken wir uns den Menschen in sitzender Stellung, so dringen zwei Blut- ulen, deren Höhe von dem augenblicklichen Zustande des Herzens und der Gefäße und m Widerstande der Luft abhängt, aus dem Rumpfabschnitte der Halsschlagadern spring- runnenartig und stoßweise hervor. Ihre Höhe nimmt rasch ab. Erhält sich aber ein eberrest von Herzbewegung, so können noch kleinere Blutströme längere Zeit hervor- iefeln. Die Blutgefäße des Kopfes werden von dem Drucke, den die Zusammenziehung r linken Kammer ausübte, entlastet. Der Druck der Atmosphäre kann ungehinderter uf die freien Weichgebilde wirken. Es muß demgemäß eine gewisse Menge Blutes her- ortreten und das Gesicht erblassen. Die Muskelkrämpfe, die gleichzeitig durchgreifen, nnen vielleicht die Entleerung begünstigen. Die absterbenden Weichtheile erschlaffen ach und nach. Es hängen daher bald darauf die Lippen und bisweilen auch die Wan- en welk herab. Da der Schädel eine unnachgiebige Kapsel bildet, so können sich die Blutgefäße des in ihm eingeschlossenen Gehirns nicht entleeren (S. 505.). Wird das Blut des von der Herzthätigkeit herrührenden Druckes entlastet, so müssen die übrigen n dem Schädel enthaltenen Gebilde dieses Mißverhältniß in dem ersten Augenblicke uszugleichen suchen, sei es, daß sie sich selbst in entsprechendem Maaße ausdehnen, oder aß sie andere Stoffe nachsaugen. Ist dieses geschehen, so wird sich im Allgemeinen der orläufige Zustand, bis der Schädel an einer Stelle geöffnet worden, behaupten. Diese Betrachtungen erklären es, weshalb der enthauptete Kopf verhältnißmäßig wenig zu luten pflegt und eine wachsgelbe, todtenbleiche Farbe binnen Kurzem annimmt. Man eht aber zugleich, daß man weit mehr auf die Abnahme der gewöhnlichen Spannung es Schlagaderblutes, den hierdurch bedingten Druckwechsel, den Mangel der Zufuhr euen hellrothen Blutes und die erschütternde Wirkung des Streiches, als auf den Blutaustritt aus dem Gehirn rechnen darf, wenn man sich ein Urtheil über den Unter- ang des Bewußtseins in dem getrennten Kopfe verschaffen will.

Der Erhenkungstod führt zu anderen Verhältnissen. Nehmen wir an, der Strick achte es nur unmöglich, daß das Gehirn frisches hellrothes Blut empfängt, so wird der Rensch in einen schlafähnlichen Zustand, der allmählig in Tod übergeht, verfallen. Per- nen, die wieder zum Leben gebracht wurden, versicherten, daß sie keinen irgend unange- ehmen Eindruck während des Eintrittes der Betäubung wahrgenommen hatten. Es ab sogar Wollüstlinge, die sich den Hals zuschnürten und sich so dem Anfange des Er- enkungstodes freiwillig unterwarfen, um ihnen angenehme geschlechtliche Aufregungen erbeizuführen. Ein zweiter Fall, der bei Erhenkten vorkommt, kann eher zu Bedenken Veranlassung geben. Man findet bisweilen, daß sich die Halswirbel ausrenken oder daß berhaupt Störungen, welche das Rückenmark verletzen müssen, auftreten. Sollten diese, he das Bewußtsein geschwunden ist, zu Stande kommen, so würden hier ebenfalls hef- ge Schmerzen im letzten Lebensaugenblicke bereitet werden.

Man muß sich überhaupt wundern, weshalb keines der gebildeten Völker, welche ie Todesstrafe beibehalten haben, die mechanischen Tödtungsweisen bei Seite gelassen nd die chemischen vorgezogen hat. Läßt sich schon die Vergiftung, wie sie in ein-

zelnen Staaten des Alterthums in Gebrauch war, aus Rücksicht des Schicklichkeits
fühls vertheidigen, so dürfte sie in unseren Tagen um so mehr zu berücksichtigen sein, a
wir in der Blausäure ein Mittel haben, das seinen Zweck eben so schnell, als sicher
erreichen im Stande ist.

4506 Eine Reihe der verschiedensten Nerven beherrscht die Muskeln, die s
an den Athembewegungen betheiligen können. Der Antlitznerv bestim
die Verkürzungen des Gesichts, der herumschweifende und der Beinerv
Thätigkeiten der Kehlkopfmuskeln, der Zwerchfellnerv die Zusammenz
hungen des Zwerchfelles und der größte Theil der Rückenmarksnerven
Bewegungen der zahlreichen Rumpfmuskeln, die bei den verschiedenen At
mungsarten in Betracht kommen. Der Antlitznerve tritt vor dem verlä
gerten Marke, die Masse der Rückenmarksnerven hinter ihm in das ce
trale Nervensystem ein. Man kann dessenungeachtet durch vergleichen
Versuche darthun, daß das verlängerte Mark allein die Athembewegung
ursprünglich bestimmt, daß Verletzungen, die außerhalb seines Bereich
liegen, einen entsprechenden Theil von Muskeln dem Athmungsspiele en
fremden, den Einfluß des ursprünglichen Erregers beschränken, ihn ni
aber gänzlich aufheben.

4507 Hat man den mittleren oder den hinteren Theil des Rückenmark
in dem Kaninchen durchschnitten, so werden die entsprechenden Bauch- u
Brustmuskeln gelähmt. Die übrigen Verkürzungsgebilde betheiligen s
aber noch bei dem Athmen. Dringt man bis zur Gegend des ersten Bru
wirbels vor, so ruhen die Rippen, während das Zwerchfell fortspiel
Steht auch dieses nach der Trennung des Halsmarkes still, so können no
die Stimmbänder, die Kiefer und die Nasenlöcher in Thätigkeit bleibe
Schneidet man endlich die Wurzeln des herumschweifenden und des Be
nerven durch, so sind die Athembewegungen der Gesichtsmuskeln und d
Kiefer immer noch nicht aufgehoben [1]).

4508 Die Lähmung der beiden Antlitznerven beseitigt das Spiel der Nase
löcher. Menschen und Thiere athmen aber dessenungeachtet so vollkomm
fort, daß sich ihr Leben die längste Zeit erhalten kann. Die Trennun
der beiden Zwerchfellnerven zieht den Tod aus demselben Grunde binn
Kurzem nicht nach sich (§. 4257.). Hat man die beiden Halsstämme d
herumschweifenden Nerven in neugeborenen Säugethieren durchschnitten,
ersticken diese zwar in wenigen Minuten. Die Athmungsanstrengung
erhalten sich aber noch im Todeskampfe. Die Antlitz-, die Brust- und d
Bauchmuskeln verstärken sogar ihre Thätigkeit unter den krankhaften B
dingungen, die der Verschluß der Stimmritze herbeiführt. Aeltere Geschöpf
deren Stimmritze nicht vollständig geschlossen wird, fristen noch ihr Leb
für mehrere Tage.

4509 Es giebt kein peripherisches Gebilde, nach dessen Ausrottung d
Athembewegungen auf der Stelle still stehen. Hat man das Herz und d
Lungen in jungen Kaninchen oder Katzen entfernt, so machen der Ko
und der Rumpf die heftigsten Athmungsanstrengungen während der no

[1]) Flourens, Recherches expérimentales etc. Seconde Edition. p. 172. 177.

übrigen kurzen Lebenszeit. Enthauptet man einen Menschen oder ein Thier, so daß das verlängerte Mark in dem losgetrennten Kopfstücke enthalten ist, so schnappen die Kiefer. Der Rumpf dagegen verhält sich äußerlich ruhig. Nur das bloßgelegte Zwerchfell bietet häufig noch Wechselbewegungen dar.

Diese Thatsachen lehren, daß die Athmung nicht ursprünglich von den 4510
Lungen auf dem Wege der Reflexes bedingt wird, daß ihre Thätigkeit von dem Reize, den die eingeathmete Luft auf die Lungenschleimhaut oder die Nervenenden der herumschweifenden Nerven ausübt, an und für sich nicht herrührt. Die Erscheinungen, welche in dem luftleeren Raume befindliche Thiere darbieten, können diese Anschauungsweise ebenfalls unterstützen.

Hat man das große und das kleine Gehirn eines Säugethieres oder 4511
eines Vogels abgetragen, so wird die Athmung für die Dauer nicht gestört. Man kann selbst überdies die Ursprünge der herumschweifenden Nerven loslösen, ohne daß erwachsene Thiere auf der Stelle sterben. Da das verlängerte Mark mit dem Rückenmarke verbunden bleibt, so vermag sich noch ein mühevolles Athmungsspiel einige Zeit lang zu erhalten [1]).

Schneidet man dagegen das verlängerte Mark in der Gegend, in der 4512
die Wurzeln des herumschweifenden Nerven hervortreten, der Quere nach durch, so ist die Athmungsmechanik sogleich gelähmt. Flourens [2]) bemerkte in Kaninchen, daß dieser gefährliche Bezirk vorn an den Ursprungsstellen der herumschweifenden Nerven beginnt und hinten ungefähr $6\frac{1}{2}$ Mm. hinter ihnen aufhört. Jeder vollständige Querschnitt, der innerhalb dieser Grenzen fällt, hemmt auf der Stelle die Athembewegungen. Liegt dagegen die Verletzung weiter nach hinten, so können sich die Athemanstrengungen der Nasenflügel und der Kiefer einige Minuten erhalten. Befindet sie sich vor den Vaguswurzeln, so fallen die Athembewegungen der Kopfgebilde hinweg. Die des Körpers dagegen dauern schwach und mühsam fort.

Wird nur die eine Hälfte des verlängerten Markes angeschnitten, so folgt der Tod nicht auf der Stelle nach. Man hat auch beschränktere Blutergüsse von wahrscheinlich älterem Ursprunge in einzelnen menschlichen Leichen in der einen Seitenhälfte vorgefunden. Theilt man das verlängerte Mark der Länge nach in der Mittellinie, so können die Athembewegungen in ihrem früheren Gange fortdauern [3]).

Wir haben schon früher gesehen, daß die Zerstörung des verlängerten 4513
Markes allgemeine Krämpfe nach sich zieht. Es kann aber ein Zeitraum, in dem die Reizung jenes Nerventheiles die Muskeln der Gliedmaaßen nicht anregt, sehr tiefe Athembewegungen dagegen auf der Stelle hervorruft, in frisch getödteten Säugethieren auftreten. Drei Beispiele mögen uns die verschiedenen Hauptverhältnisse die hierbei vorzukommen pflegen, näher versinnlichen.

---

[1]) Flourens, a. a. O. p. 206.
[2]) Flourens, a. a. O. p. 198 — 204.
[3]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. I. S. 591.

Ich hatte eine vor wenigen Tagen gebor
mit Strychnin getödtet. Die Krämpfe schritten
und der Todeskampf trat binnen wenigen M
das Herz und die Lungen entfernt. Das Th
noch eine Reihe von Athemzügen. Hatten dies
so entfernte ich das große und das kleine Gehi
terfläche des verlängerten Markes zuerst rein m
telst eines in Salpetersäure getauchten Stiftes.
welche ich auf diese Weise anstellte, führte zu
mung, bei der die Kiefer lebhaft klappten. Di
großer Heftigkeit. Sie wurde nach dem Inne
gezogen.

Ich fügte den Schädel eines großen Hund
auf den Kopf getödtet worden, so schnell als
das große und das kleine Gehirn. Das Thier l
Eingriffes nicht mehr athmet. Fuhr ich nun mi
über die Querschnittsfläche der Brücke dahin, so
athmungsbewegung auf der Stelle nach. Dieser
hinter einander mit dem gleichen Erfolge wiede
blieben in der Zwischenzeit und die übrigen K
ganzen Versuchsdauer vollkommen ruhig. Wi
Athembewegungen noch durch Reizung von Th
lichen Athmungsbezirke des verlängerten Mar
können.

Ich hatte das Gehirn einer mittelgroßen K
worden war und den Strick um den Hals be
Art, wie in dem vorigen Versuche entfernt. D
schon einige Zeit, ehe ich die Schädeldecken fra
den das Herz und die rechte Lunge bloßgelegt,
sehrt gelassen. Das Herz schlug nicht mehr v
durch kein Mittel zum Klopfen gebracht werden
Drähte des Magnetelektrometers an die Quersc
klappten die Kiefer. Man hörte zugleich ein Ra
durch die zum Theil mit Schleim bedeckte Stimm
Versuch ließ sich ebenfalls mehrere Male mit gl

4514 Das verlängerte Mark unterhält das Weck
athmens ohne Aufhören, so lange das Leben
eben dargestellten Versuche lehren aber, daß
Reizung unmittelbar folgende, kräftige Athem
wenn selbst schon die automatische Athmung aufg
den das verlängerte Mark auf die übrigen
Grunde gegangen ist. Hat sich aber jene Wir
vermag immer noch die elektrische Reizung jen
zum Stillstand zu bringen oder umgekehrt dessen
und Verkürzungen in den mannigfachsten Einge
zuregen.

Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, mehrere sich unmittelbar anknüpfende Haupt-
gen mit Sicherheit zu beantworten. Man weiß noch nicht, auf welche Weise das ver-
gerte Mark die Athemmuskeln zu ihrer berechneten gemeinschaftlichen Wirkung ver-
ipft, wie es das regelmäßige Athmungsspiel fortwährend unterhält und in der Erst-
ngsgefahr verstärkt, weshalb der Neugeborene seinen ersten Athemzug vollführt und
a die Athmung sein ganzes Leben hindurch fortsetzt. Manche Annahmen, die man in
er Hinsicht versucht hat, beruhen auf irrigen Voraussetzungen. Andere umschreiben
die verfolgbaren Thatsachen, ohne daß diese wahrhaft erklärt würden.

Da die Athembewegungen an dem enthaupteten Kopfe und nach der Entfernung
Lungen oder der äußeren Haut in allen hierfür passenden Körpertheilen fortdauern,
ergiebt sich von selbst, daß weder die Lungen-, noch die Hautausdünstung die Ath-
ngsmechanik ursprünglich bedingt. Wir haben überhaupt schon früher gesehen, daß
e Ursache in dem verlängerten Marke selbst liegt und nicht erst von peripherischen
rven aus geliefert zu werden braucht. Der Mangel hellrothen Blutes oder eine zu
inge passende Blutmenge ändert zuerst die Natur der Athembewegungen und hebt sie
ter gänzlich auf. Die Erstickung kommt auf diesem Wege zu Stande. Spielt aber
s verlängerte Mark nicht mehr von selbst, so ist ein passender Reiz im Stande, dessen
ıfluß von Neuem wenigstens für einen Augenblick hervortreten zu lassen. Wir kön-
ı hieraus schließen, daß eine gewisse noch unbekannte innere Einrichtung des verlän-
ten Markes die zweckmäßige Verbindung der Athemmuskeln möglich macht. Der
fluß des hochrothen und der Abfluß des dunkelrothen Blutes, wie er unter den gewöhn-
en Verhältnissen stattfindet, die gehörige Füllung der Gefäße und die regelmäßige
chselwirkung des Blutes und der Nervenmasse unterhalten das Athmungsspiel fort-
hrend. Sein Gang ändert sich nur, so wie auch benachbarte Theile des Nervensy-
ms in Thätigkeit gerathen und gleichsam kräftiger an dem nervösen Athmungsapparate
:teln. Es können daher die Athembewegungen durch Geisteseindrücke, Willensein-
sse, Schmerzensempfindungen oder durch körperliche Anstrengungen in mannigfachster
eise verändert werden. Es hängt von solchen Verhältnissen ab, wie sich der Rhyth-
us und die Stärke der Athembewegungen gestalten, ob sie einfach bleiben oder ob sich
Thätigkeiten, welche die Stimmtöne, das Husten, das Niesen, das Drücken und dgl.
dern, hinzugesellen. Fällt dagegen die natürliche Spannung des Blutes, die regel-
hte Füllung der Blutgefäße oder die normale Beschaffenheit der Blutmasse hinweg, so
eugt sich auch jener Sturm der Athembewegungen, den wir mit der Erstickungsgefahr
d jenes peinliche Gefühl, das wir mit dem Worte der Athmungsnoth bezeichnen.
ie Empfindung wird dann nach Gesetzen, die wir in der Folge kennen lernen werden,
ht sowohl in dem verlängerten Marke, als in den Athmungswegen wahrgenommen.
it hier das verlängerte Mark eine Zeit lang gekämpft, so sinkt seine Thätigkeit nach
d nach. Die Athemzüge folgen seltener auf einander. Sie zeichnen sich aber im An-
ge noch durch ihre Tiefe und die Menge von Muskeln, welche sie in Anspruch neh-
:n, aus, bis sie endlich gänzlich erliegen und höchstens für kurze Zeit durch künstliche
ßere Anregungen möglich bleiben.

Einzelne Forscher [1]), die den Einfluß des dunkelrothen Blutes mit Recht hervorho-
n, haben angenommen, daß jenes an jedem Orte des Körpers wirkt und von hier aus
s verlängerte Mark durch die Nerven reflectorisch anregt. Mehrere Thatsachen weisen
er darauf hin, daß es hier nur darauf ankommt, ob jener Theil des centralen Nerven-
stemes unregelmäßigen Verhältnissen unmittelbar unterworfen wird, daß die Erstickung
n dieser Art von Einwirkung und nicht von dem Antriebe peripherischer Nerven aus-
ht. Wäre das letztere der Fall, so ließe sich erwarten, daß Athembeschwerden entstehen
ßten, so wie ein großer Bezirk der Körpergebilde den Zufluß hellrothen Blutes ent-
hrt. Die Unterbindung der Aorta zieht aber keine solchen Folgen nach sich. Haben
ir umgekehrt die Verhältnisse des verlängerten Markes durch den Verschluß der beiden
als- und der beiden Wirbelschlagadern zerstört, so stirbt das Thier, indem die Athem-
wegungen, wie bei der Erstickung, unregelmäßig und endlich tiefer und seltener werden.

Säugethiere, deren großes und kleines Gehirn entfernt worden, athmen ungestört

---

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1841. S. 342. Vierordt, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig 1845. 8. S. 912.

fort. Es erklärt sich hieraus, weshalb Anencephalen oder Mißgeburten, deren Gehirn mangelt, deren verlangertes Mark dagegen unversehrt geblieben, einige Zeit nach der Geburt leben, schreien und selbst saugen können. Hat der Geburtshelfer, der ein Kind entbinden mußte das verlängerte Mark zufälliger Weise geschont, so bleibt es immer noch möglich, daß sich das verstümmelte Geschöpf nach der Geburt regt und daß es selbst Laute von sich giebt. Da die Abwesenheit des Rückenmarkes nur einen Theil der Athembewegungen unmöglich macht, so hebt die Mißbildung des gespaltenen Rückgrathes die Athmungsthätigkeit nicht nothwendiger Weise auf.

Obgleich die Entfernung des großen und des kleinen Gehirns das Athmen nicht unterdrückt, so würden wir doch irren, wenn wir schließen wollten, daß jene Theile gar keinen Einfluß auf die der Athmung dienenden Muskeln ausüben. Der willkührliche Wechsel der Athembewegungen spricht schon entschieden dagegen. An Thieren angestellte Versuche können das Gleiche bekräftigen. Reizte Budge [1]) die Streifenhügel von Kaninchen, so erhielt er lebhafte Zusammenziehungen des Zwerchfells und der Zwischenrippenmuskeln. Wiederholte ich die Versuche mit dem Magnetelektromotor, so bemerkte ich ebenfalls nicht selten Zwerchfellzusammenziehungen, wenn ich den einen der beiden Streifenhügel, das kleine Gehirn oder das verlangerte Mark frisch getödteter Kaninchen angesprochen hatte. Es ereignete sich sogar hierbei, daß eine Kreuzungswirkung deutlich zum Vorschein kam. Reizte ich z. B. die rechte Halbkugel des kleinen Gehirns in einem Falle, so verkürzte sich die linke Hälfte des Zwerchfells auf das Auffallendste. Es kommt auch häufig vor, daß sich die Zusammenziehung z. B. nach dem Anspruche des rechten Streifenhügels allgemein verbreitet, daß das Uebergewicht einer Zwerchfellhälfte nicht deutlich nachgewiesen werden kann.

Hat man die Brust- und die Bauchhöhle eines frisch getödteten Kaninchens geöffnet, so zittert nicht selten das Zwerchfell von selbst fort, wenn auch alle übrigen Athembewegungen und sogar die Empfänglichkeit der meisten Körpergebilde längst geschwunden sind (§. 229.). Ruht der Zwerchfellmuskel im Anfange, so bedarf es oft nur irgend eines Reizes, der seine Thätigkeit von Neuem anregt, damit es längere Zeit ohne Weiteres fortspielt. Etwas Aehnliches kehrt auch an dem Blutgefäß- und den Lymphherzen der Frösche wieder (S. 473.).

Bedient man sich mäßig starker Inductionsströme, so kann das Zittern des Zwerchfelles fortdauern, wenn selbst der Herzschlag in Folge des das verlängerte Mark treffenden Reizes still steht. Greift die Wirkung kräftiger durch, so verzieht sich häufig das Zwerchfell einseitig. Die Muskelbundel, die mit den Rippen oder der Wirbelsäule in Verbindung stehen, gewinnen hierbei leicht das Uebergewicht. Diese Verkürzung hält oft im Anfange eine Zeit lang an und hört dann mit der Entfernung der Leitungsdrathe auf. Es zeigt sich in anderen Fällen, daß ein fortwährendes Zittern oder selbst völlige Ruhe der anhaltenden Verkürzung nachfolgen, obgleich die elektrischen Ströme ununterbrochen durch das verlangerte Mark geleitet werden.

Hatte Traube [2]) die Halsschlagadern eines Kaninchens unterbunden, das große Gehirn bis auf die Sehhügel entfernt, die beiden herumschweifenden Nerven getrennt, zusammengebunden und dem Einflusse der Rotationsmaschine ausgesetzt, so stand die Athmung während der Drehungszeit still. Ließ er dagegen schwächere Ströme in anderen Versuchen wirken, so vergrößerte sich die Zahl der Athemzuge. Wurde der Hüftnerv angesprochen, so schrie das Thier laut auf, lieferte hierbei starke Ausathmungen, die von tiefen Einathmungen unterbrochen waren, und krümmte den Rumpf auf das Lebhafteste.

Fassen wir diese Thatsachen zusammen, so sehen wir, daß die elektrischen Ströme ähnliche Einflusse auf die Athemmuskeln, wie auf die übrigen rothen Verkurzungsgebilde ausuben. Das Zwerchfell bewahrt aber seine Empfänglichkeit in jeder Beziehung länger als alle anderen der Athmung dienenden freien Muskelmassen.

Bell hat die Vermuthung aufgestellt, daß der Rollmuskelnerv (N. patheticus), der Antlitznerv (N. facialis), der Zungenschlundkopfnerv (N. glossopharyngeus), der herumschweifende und der Bernerv (N. vagus cum N. accessorio), der Zwerchfellnerv (N. phrenicus) und der äußere Athemnerv (N. thoracicus s. pectoralis posterior) ein eigenes, b

---

[1]) J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft II. Frankfurt a. M. 1842. 8. S. 54.

[2]) Traube, in der Berliner medicinischen Zeitung. 1847. Nro. 5. S. 20. 21.

Athmung dienendes Nervensystem, das vorzugsweise mit den Seitensträngen des Rückenmarkes und des verlängerten Markes in Verbindung steht, darstellen. Es ergiebt sich aus dem Früheren, daß sich der Rollmuskelnerv und der Zungenfleischnerv in keiner eigenthümlichen Weise bei den Athembewegungen betheiligen, daß aber dafür viele Körpernerven, die in jener Uebersicht fehlen, häufig genug wesentlich mitwirken. Lassen wir auch dieses bei Seite, so frägt es sich sehr, ob überhaupt das Athmungsspiel besondere Nerven in Anspruch nehmen muß. Können auch manche Verhältnisse des herumschweifenden und des Beinerven zu Gunsten dieser Ansicht gedeutet werden (§. 4358.), so sprechen doch die der meisten Rückenmarksnerven gegen eine solche Auffassungsweise. Nehmen wir dagegen an, daß das Athmen nur einer besonderen Einrichtung im Innern des verlängerten Markes und keiner eigenthümlichen peripherischen Nerven bedarf, so erklären sich alle Verhältnisse auf eine ungezwungenere Weise. Es wird uns sogar begreiflicher, weshalb der Beinerv vorzugsweise die Stimme und der herumschweifende Nerv die Athmungsthätigkeiten zu leiten im Stande ist.

Es versteht sich von selbst, daß die Unthätigkeit des verlängerten Markes, welche die Athmung unmöglich macht, die Stimmbildung ebenfalls beseitigt. Erinnern wir uns aber, welchen bedeutenden Einfluß der Beinerv auf die Tonerzeugung ausübt, so können wir mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß eine entsprechende Verletzung der Centraltheile die Stimmtöne ohne die Athmung aufzuheben vermag.

Es läßt sich durch vergleichende Versuche darthun, daß die nervösen 4515
Centralgebilde, von denen die regelmäßigen Wellenbewegungen der Speiseröhre und die vollkommenen Schluckbewegungen überhaupt abhängen, in dem verlängerten Marke liegen müssen. Ein enthirntes Thier schluckt noch von selbst (§. 2333.). Speisen, die man ihm in den Rachen stopfte, gehen in den Magen hinab. Hatte ich z. B. die Großhirnhalbkugeln einer erwachsenen Henne ausgerottet, so blieben Brodmassen, die ich ihr auf den hinteren Theil der Zunge brachte, ruhig liegen, wenn selbst das Thier den Mund abwechselnd geschlossen und geöffnet hatte. Schob ich dagegen die festen Speisen bis jenseit der Oeffnung der Stimmritze oder spritzte ich Wasser in den Rachen ein, so waren die festen Nahrungsmittel im Augenblick heruntergeschluckt. Hatte ich umgekehrt die beiden so hoch als möglich bloßgelegten herumschweifenden Nerven aus den Durchgangsöffnungen des Schädels in großen Kaninchen herausgerissen und eine Luftröhrenfistel angelegt, so blieben die Wellenbewegungen der Speiseröhre auf der Stelle aus. Sie erzeugten sich nicht mehr von selbst. Wurden Brodkugeln in den Rachen oder durch eine Wunde der Speiseröhre eingeführt, drückte ich die Luftröhre mit der Pincette zusammen, so fehlte jetzt die Peristaltik der Speiseröhre. War dagegen nur der eine herumschweifende Nerv ausgerissen worden, so blieb sie immer noch möglich. Da sich die Speiseröhre ruckweise und in größerer Ausdehnung auf ein Mal zusammenzieht, so wie man das peripherische Stück des einen durchschnittenen Halsstammes irgendwie reizt, so ergiebt sich aus den früher erwähnten Thatsachen, daß die Ursache der Wellenbewegung derselben, der Grund, weshalb sich dann ein Stück nach dem anderen verkürzt, weder im Gehirn noch in den peripherischen Nerven, sondern in dem verlängerten Marke liegen muß.

Reid[1]) glaubte gefunden zu haben, daß die Trennung der Halstheile der beiden

[1]) J. Reid, An experimental Investigation into the Functions of the eighth Pair of Nerves. Edinburgh 1839. 8. p. 6. u. Todd, Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Tome III. London 1847. 8. p. 901.

herumschweifenden Nerven die Wellenbewegungen der Speiseröhre im Kaninchen, aber in Hunden aufhebt. Es wurde schon §. 2336 angeführt, daß der Halsthe Speiseröhre des Hundes nicht mehr von dem freien Halsstamme des herumschwei Nerven versorgt wird. Der obere Kehlkopfzweig entläßt vielmehr nach Ludwig Ast, der zwischen der Luft- und der Speiseröhre dahingeht, sich an den unteren Kel zweig anlegt und die Muskelmasse des Halsstückes der Speiseröhre ausschließlich ve Dieses erklärt den von Reid bemerkten Unterschied. Wild [1]) giebt in der That a der Brusttheil, nicht aber der Halstheil der Speiseröhre gelähmt wird, wenn m herumschweifenden Nerven in der Höhe des Kehlkopfes durchschnitten hat.

4516 Manche Forscher glauben sich zu der Annahme berechtigt, daß verlängerte Mark Empfindungen vermittelt und Willensbefehle erthe Diese Thätigkeiten würden mit der Entfernung des Gehirns nicht zu Grunde gehen. Das verstümmelte Thier befinde sich in einem Zus der mit dem eines Träumenden nahe verwandt sei. Es liegt zwar me theils regungslos da, macht aber passende Bewegungen, so wie a Reize einwirken. Es zittert vor Kälte, versucht sich zu regen, so wie es gestoßen hat, und bewegt sich, wenn man es am Schwanze h Alle diese Erscheinungen beweisen noch nicht, daß hier eine bewußte pfindung und ein selbstbestimmender Wille vorhanden sind. Wir we in der Folge finden, daß viele verwickelte Thätigkeiten, die wir schei willkührlich hervorbringen, nur dadurch möglich werden, daß die Cen gebilde des verlängerten Markes und des Rückenmarkes eine passende richtung zum Abspielen jener Einzelwirkungen darbieten. Diese Auffass weise erklärt alle Erscheinungen, welche die enthirnten Thiere darbi Manche andere Verhältnisse machen es sogar wahrscheinlich, daß das längerte Mark keine bewußte Empfindung zu vermitteln und keine Will befehle zu erzeugen vermag.

4517 Haben die Großhirnhemisphären eines Menschen beträchtlich geli so ist er nicht mehr im Stande, seine Glieder willkührlich zu gebrau Viele Personen, die an halbseitiger Lähmung leiden, haben den Will einfluß auf die eine Körperhälfte verloren, ohne daß sich eine Spur Störung in dem verlängerten Marke verräth. Die spätere Leichenöff weist häufig genug nur ältere Entartungen des Seh- oder Streifenhü oder des großen Gehirns überhaupt, nicht aber des verlängerten Ma nach. Es versteht sich von selbst, daß ein enthirntes Thier nicht riecht und sieht. Es ließe sich aber eher erwarten, daß der Gehör-, Geschmack- und der Tastsinn nicht völlig zu Grunde gegangen sein wer Ein solches Geschöpf verräth aber nicht, daß es Eindrücke der Art Bewußtsein auffaßt und nach seinem Willen aufsucht oder verme Es antwortet höchstens mit gewissen, zweckmäßig verknüpften B gungen, deren Möglichkeit zum Theil schon durch den feineren Bau Rückenmarkes gegeben ist.

---

[1]) C. Wild, in Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. B Seite 93. 94.

[2]) Cuvier, bei Flourens a. a. O. p. 77. Joh. Müller, Physiologie. B Vierte Auflage. Coblenz 1844. 8. S. 720. 21. Volkmann, in R. Wagn Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig 1842. 8. S. 581. 82.

Wir nehmen gewöhnlich an, daß das Schreien gereizter Thiere als ein Zeichen der Schmerzempfindung betrachtet werden müsse. Enthirnte Geschöpfe stoßen nicht selten klägliche und anhaltende Laute aus, wenn man ihren Schwanz zusammendrückt oder sie auf andere Weise reizt. Man bemerkt, daß sich diese Wirkungen dann häufiger und leichter, als in unverstümmeltem Zustande zeigen. Diese Thatsache kann mit Recht zur Vermuthung führen, daß jene Stimmtöne nur Reflexerscheinungen, deren Auftreten durch die Entfernung des Gehirns begünstigt wird, darstellen.

Zwangbewegungen nach Verletzung einzelner Hirntheile. — Hat man gewisse Stücke des verlängerten Markes, des kleinen oder des großen Gehirns verletzt, so ereignet es sich, daß das Thier bestimmte unabweißliche Bewegungen von selbst vollführt oder sie wenigstens, sobald es vorwärts schreitet, wie von einer inneren Kraft getrieben, darbietet. Während der Gesunde das Maaß und die Richtung seiner Ortsveränderungen zu beherrschen im Stande ist, überwindet hier eine vorgeschriebene Thätigkeitsweise die Willensbefehle und die Zweckmäßigkeit der Instincte. Wir stoßen auf eine Gleichgewichtsstörung, die häufig durch die Verletzung anderer Gehirngebilde verändert oder aufgehoben zu werden vermag. Eine zweite Eigenthümlichkeit verräth sich bisweilen in der wechselnden Stärke jener Zwangsbewegungen. Man findet hin und wieder, daß sie im Anfange leise auftreten, sich aber je länger sie dauern, immer mehr steigern, bis endlich die Ruhe nach einiger Zeit von Neuem eintritt. Die geringste Veranlassung kann dann einen Sturm abermals heraufbeschwören. 4518

Regelwidrige anhaltende Verkürzungen und Wechselbewegungen treten nicht selten in den verschiedenen Theilen eines und desselben Geschöpfes gleichzeitig auf. Es dreht sich z. B. der Gesammtkörper des Thieres, während der Kopf im Ganzen, die Augen oder die Ohren gewisse ungewöhnliche Stellungen fortwährend bewahren. Ein äußerer Reiz ruft die Erscheinungen auf der Stelle hervor. Sie kommen aber auch häufig genug von selbst zu Stande. Es frägt sich, ob nicht bewußte Empfindungen oder Störungen in den Eingeweiden die Unruhe in diesem zweiten Falle veranlassen. 4519

So sicher diese Bewegungsverhältnisse in Thieren künstlich erzeugt werden können, so selten treten sie in Menschen, die an Hirnkrankheiten leiden, hervor. Bietet auch die spätere Leichenöffnung nur einseitige Verletzungen in dem großen oder dem kleinen Gehirn dar, so begegnen wir doch häufiger im Leben einfachen Lähmungserscheinungen. Es muß vorläufig dahingestellt bleiben, ob dieser Unterschied von der Eigenthümlichkeit des Gehirns oder von dem aufrechten Gange und den anderen Körpereigenthümlichkeiten des Menschen abhängt.

Manche Krankengeschichten lehren, daß Zwangsbewegungen eigenthümlicher Art in ihm vorkommen können. Einzelne der anhaltenden Krampfbewegungen, welche die Arzneikunde als Begleiter des Veitstanzes bezeichnet, der Fall, daß manche Nervenkranke bestimmte Worte, wie z. B. Nein unaufhörlich wiederholten und mit entsprechenden Kopfbewegungen begleiteten, gehören zu dieser Reihe von Erscheinungen. Denn der Leidende ist nicht im Stande, diese Thätigkeit trotz des Willenseinflusses zu unterdrücken.

Die genaue Darstellung der Zwangsbewegungen der Thiere stößt auf manche Schwierigkeiten. Die Worte reichen oft nicht aus, ein klares Bild der Abweichungen zu entwerfen. Die noch so sorgfältige Untersuchung eines solchen Geschöpfes genügt nicht, alle Unregelmäßigkeiten zu entdecken. Es kommt überdieß ungemein viel auf die Thierart und die Oertlichkeit der Verletzung an. Es können auch im Anfange andere Abweichun-

gen, als später auftreten. Diese Gründe erklären es, weshalb die verschiedenen Fo scheinbar ungleiche und zum Theil entgegengesetzte Ergebnisse erhielten. Weich Verletzungsorte um einige Millimeter in zwei Versuchen ab, so können schon k trächtlichsten Unterschiede zum Vorschein kommen.

4520 Die bleibenden Störungen der Bewegungswerkzeuge, welche die seitigen Gehirnverletzungen der Thiere häufig begleiten, verrathen sic Deutlichsten durch einseitige Krümmungen des Rumpfes oder des K und durch ungewöhnliche Stellungen der Augen oder der Ohren. krümmungen der Glieder und vorzüglich der Endstücke derselben, sie in älteren halbseitigen Lähmungen des Menschen beobachtet w pflegen in Thieren nicht hervorzutreten.

4521 Wir stoßen im Ganzen auf dreierlei Hauptformen von Drehbew gen: 1) Die Längs- oder die Achsendrehung. Das umgefallene K thier rollt hier fortwährend um die Längenachse seines Körpers, un wie eine cylindrische Masse, die man an einer geneigten Fläche hina ten läßt. 2) Die Halbmesserdrehung. Der Stützpunkt des einen Hinterl bildet gewissermaaßen den Mittelpunkt, um den sich die übrigen Theil Thieres im Kreise herumbewegen. Endlich 3) der Bogengang, die bahn- oder die Manègebewegung, bei der das Geschöpf im Ganz einem größeren oder kleineren Kreise, wie ein an der Leine in der bahn geführtes Pferd herumläuft. Man bestimmt in allen diesen F die Richtung, indem man sich in die Längenachse des Thieres mit Kopfe nach vorn und dem Gesichte nach unten versetzt denkt.

4522 Verletzt man auch nur einen untergeordneten Abschnitt des verlä ten Markes, so erhält man doch in der Regel lebhafte allgemeine Krä die einige Zeit nach der Verwundung anhalten können. Hatte Hertw fast die ganze rechte Seitenhälfte der Quere nach in einem Hunde getr so krümmte sich später der Körper des Thieres nach links. Als Mag die[2]) nur die Gegend der rechten Pyramide durchschnitten hatte, bem er eine Beugung, die nach der rechten Seite gerichtet war. Wurde hierauf der Bezirk des linken strickförmigen Körpers verletzt, so rollte sich das T in ähnlicher Weise, wie es im Schlafe vorkommt, kreisförmig zusam Die Schnauze war dabei hinter der linken Weiche versteckt. Die A nahmen ungleiche Stellungen an. Die Beziehung derselben zu den E lichkeiten der Verletzung sollen denen, welche man nach der Trennung einen Kleinhirnschenkels bemerkt, entgegengesetzt gewesen sein.

Hatte Magendie[3]) das kleine Gehirn und das verlängerte Mark von Kani bloßgelegt, jenes in die Höhe gehoben und einen einseitigen Querschnitt, dessen in Ende 3 bis 4 Millimeter von der Mittellinie begann, durch den Boden der v Hirnhöhle geführt, so verfiel das Thier in Reitbahndrehungen, die nach der ver Seite hin gerichtet waren. Frühere Versuche desselben Forschers und ähnliche Be tungen von Hertwig und Flourens lehrten dagegen, daß Verletzungen, die sich auf das verlängerte Mark beschränken und nicht auf die Brücke ausdehnen, keine Z bewegungen zur Folge haben.

---

[1]) Hertwig. Experimenta. pag. 25.
[2]) Magendie, Vorlesungen. S. 186.
[3]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 431. 32.

Schneidet man die eine Seitenhälfte der Varolsbrücke der Länge nach 4523
durch, so liefert das Thier eine unaufhaltsame Längsdehnung, die nach der Verletzungsseite hin gerichtet ist. Die Kaninchen rollen bisweilen so rasch, daß eine Umdrehung weniger, als eine Secunde in Anspruch nimmt. Das der verletzten Seite entsprechende Auge starrt dabei nach vorn und unten und das entgegengesetzte nach hinten und oben. Liegt der Schnitt der Mittellinie näher, so verlieren die Drehungen an Lebhaftigkeit [1]). Die Thiere beruhigen sich nachträglich von selbst. Regt sie aber ein äußerer oder ein innerer Reiz auf, so verfallen sie leicht von Neuem in die früheren Rollbewegungen.

Glückt es, die andere Hälfte der Brücke an der entsprechenden Stelle 4524
der Länge nach zu trennen, so wird jene Neigung zu Drehbewegungen aufgehoben. Hertwig [2]) hatte z. B. den Hirnknoten eines Hundes links in der Richtung von vorn nach hinten durchschnitten. Das Thier drehte sich dann bei jeder Gelegenheit nach links. Machte er nun rechts einen ähnlichen Längenschnitt, so blieb dann der Hund ruhig. Bewegte er sich, so fehlten die früheren Zwangserscheinungen. Trennte dagegen Magendie [3]) die Brücke von Kaninchen in der Mittellinie, so hielten sich die Thiere aufrecht. Sie schwankten aber, als wollten zwei sich gegenseitig das Gleichgewicht haltende Kräfte sie nach dieser oder jener Seite ziehen.

Die Verletzung des mittleren Kleinhirnschenkels führt ebenfalls zu 4525
einer lebhaften Längsdrehung. Flourens [4]) Lafargue und Longet [5]) fanden, daß die Richtung, in welcher das Thier rollt, der der Verletzungsstelle entgegengesetzten Seite entspricht. Magendie [6]) gab dagegen an, daß sie nach der kranken Hälfte hingewendet ist. Die Beobachtungen von Schiff [7]) scheinen die Ursachen dieses Widerspruches aufzuhellen. Hatte dieser Forscher den einen mittleren Kleinhirnschenkel eines Kaninchens allein durchschnitten, so erhielt er eine Längsdrehung, die nach der verletzten Seite hin sah. Das entsprechende Auge stierte dann nach vorn und unten und das entgegengesetzte nach hinten und oben. Trennte er dagegen die Markmasse der einen Halbkugel des kleinen Gehirns, so wälzte sich das Thier nach der der Verwundung gegenüberstehenden Seite. Das entgegengesetzte Auge stierte dann nach vorn und unten, während sich das entsprechende unruhig in der Augenhöhle umherzurollen pflegte und sich nur seltener fest nach hinten und oben richtete. Man stößt daher auf verhältnißmäßige Kreuzungswirkungen, je nachdem man den Brückenschenkel selbst oder die mit ihm unmittelbar zusammenhängende Markmasse der Halbkugel des kleinen Gehirns angreift.

---

[1]) F. Magendie, Précis élementaire. p. 146. u. Vorlesungen. S. 181. Hertwig, a. a. O. p. 21. 22. Flourens, a. a. O. p. 489. Schiff, De vi motoria. pag. 52. 53.
[2]) Hertwig, a. a. O. pag. 22.
[3]) Magendie, Vorlesungen. Seite 180.
[4]) Flourens, a. a. O. pag. 489.
[5]) Longet, a. a. O. Tome I. pag. 434.
[6]) Magendie, a. a. O. S. 173.
[7]) Schiff, a. a. O. pag. 52. 53.

Man hat häufig den Versuch gemacht, die eben erwähnten Hirntheile mit de Neurotom (§. 4268.) zu durchschneiden, ohne vorher das Schädeldach abzutrepa gelingt aber dann nur selten, den mittleren Kleinhirnschenkel selbst zu treffen. Man v lest meistentheils die ihm benachbarte Markmasse der entsprechenden Kleinhirnhalbku und erhält auf diese Weise eine nach der entgegengesetzten Seite gerichtete Drehu Hatte nun Schiff [1]) diese Art von Wendung zu Stande gebracht und schnitt er da den Bruchenschenkel selbst durch, so rollte das Thier nach der kranken Seite hin. E ausführliche Schilderung der Einzelbewegungen, durch welche das Gesammtergebniß Drehung zu Stande kommt, giebt Schiff, De vi motoria baseos encephali inquisiti nes experimentales. Bockenhemii 1845. 8. p. 49—52.

4526 Hat man die vorderen, zu den Vierhügeln verlaufenden Kleinhir schenkel getrennt, so leiden die Bewegungen in keiner auffallenden Wei Die hinteren Kleinhirnschenkel scheinen ebenfalls keine Drebewegung nach sich zu ziehen, so lange nicht die Nachbargebilde des verlängert Markes oder des kleinen Gehirns zufällig verletzt werden. Die Thie krümmen sich jedoch dann bisweilen nach Rolando nach der kranken Se hin. Flourens nimmt an, daß sie eine Neigung, rückwärts zu geh verrathen.

4527 Kaninchen, denen Purkinje und Krauss [2]) die rechte Hälfte d Vierhügel eingeschnitten hatten, wandten ihren Kopf nach rechts und v fielen in eine nach der verletzten Seite gerichtete Reitbahnbewegung. D gesunde rechte Auge starrte dann nach hinten und das kranke linke na vorn. Hertwig [3]) bemerkte das Gleiche in Hunden und Flourens in diesen und in Tauben, während sich die Frösche nach der der Verletzu entgegengesetzten Seite wendeten. Vögel verfallen bisweilen bei de Fliegen in eine Halbmesserdrehung, deren Mittelpunkt die Schnabelspitze d vorgestreckten Kopfes darstellt [4]).

4528 Eine Katze, deren kleines Gehirn Hertwig [5] durch einen senkrecht Längenschnitt in zwei ungefähr gleiche Hälften gesondert hatte, schwank bei dem Gehen von einer Seite zur anderen, als würde sie von unsichtb ren Kräften hin und her gestoßen. Die Augen rollten dabei fortwähre in den Augenhöhlen auf das Lebhafteste herum. Eine Taube welche d gleiche Verletzung erlitten, bot im Wesentlichen ähnliche Erscheinungen da Purkinje und Krauss [6]) bemerkten in dem gleichen Falle in Säug thieren, daß der Kopf rasch nach hinten ging, die Augen, deren Sehlöch erweitert waren, nach oben und hinten sahen, der ganze Körper dur Stöße der Vorderbeine nach oben gebogen wurde und daß diese Alles, w ihnen in den Weg kam, mit Gewalt fortstießen.

4529 Hatte Hertwig [7]) einen bis zur Mittelmasse reichenden senkrecht

---

[1]) Schiff, a. a. O. pag. 54.
[2]) H. C. Guil. Krauss, De cerebri laesi ad motum voluntarium relatione certaq vertiginis directione ex certis cerebri regionibus laesis pendente. Vratislawiae 184 8. p. 34. 35.
[3]) Hertwig, a. a. O. pag. 18. 19.
[4]) Flourens, a. a. O. p. 44. 51. u. 144.
[5]) Krauss, a. a. O. pag. 35.
[6]) Hertwig, a. a. O. p. 15.
[7]) Krauss, a. a. O. p. 16.
[8]) Hertwig, a. a. O. p. 16. 17.

Längsschnitt durch die rechte Seitenhälfte des kleinen Gehirns einer Katze geführt, so konnte das Thier nur wenige Schritte taumelnd vorwärts schreiten. Es verfolgte hierbei eine bogenförmige, nach rechts sehende Bahn. Seine Augen rollten in ihren Höhlen herum. Wurde nun die gleiche Verletzung an der linken Kleinhirnhälfte wiederholt, so bewegte sich die Katze gerade vorwärts. Sie taumelte im Anfange. Ihr Gang gewann aber der Folge an Sicherheit.

Wir haben schon §. 4525 gesehen, daß die Verletzungen des Lebens- 4530
baumes eine nach der gesunden Seite gerichtete Längsdrehung nach Schiff beiführen. Purkinje und Krauss[1]) geben an, daß die gleiche Art der Kreisbewegung nach der kranken Seite hin gerichtet ist. Die Augen stehen auch nach ihnen Stellungen, welche denen, die Schiff wahrnahm, entgegengesetzt sind. Die Erfahrungen, die Hertwig[2]) machte, sprechen häufig für die Wendung nach der kranken Seite. Wir dürfen hiernach vermuthen, daß hier die Erscheinungen mit der Oertlichkeit und dem Grade der Verletzung in hohem Grade wechseln und der Lebensbaum selbst zu mannichfachen Verschiedenheiten in dieser Beziehung führen kann. Die Störungen gewinnen im Allgemeinen an Lebhaftigkeit, je näher der Schnitt dem mittleren Kleinhirnschenkel durchgeht.

Flourens, Magendie[3]), Flourens, Purkinje und Krauss 4531
glaubten bemerkt zu haben, daß Säugethiere und Vögel, denen man das kleine Gehirn genommen hat, unwillkührlich rückwärts gehen. Hertwig[4]) Lafargue[5]), Volkmann[6]) und Nicolucci[7]) dagegen konnten dieses nicht bemerken. Der Widerspruch rührt davon her, daß sich die Neigung, rückwärts zu gehen oder nach hinten zu fliegen, in vielen Geschöpfen nicht verräth, in anderen dagegen mehr oder minder deutlich zum Vorschein kommt. Flourens[8]) sah sie z. B. nur fünf, Bouillaud bloß vier Mal in 18 Einzelversuchen. Der Erstere schließt aus seinen Beobachtungen, daß nur diejenigen Verletzungen, welche die hinteren Kleinhirnschenkel oder den hinteren Theil des Mittellappens des kleinen Gehirns treffen, jene Geneigtheit zum Rückwärtsgehen zur Folge haben.

Die Trennung des einen Großhirnschenkels oder des einen Sehhügels 4532
erzeugt eine Reitbahnbewegung, die nach Magendie nach der Verletzung, nach Lafargue und Longet dagegen nach der entgegengesetzten Seite gerichtet ist. Dieser Widerspruch hängt nach Schiff[9]) von der Oertlichkeit des Eingriffes ab. Trifft nämlich der Schnitt die vorderen drei Vier-

---

[1]) Krauss, a. a. O. p. 15.
[2]) Hertwig, a. a. O. pag. 17.
[3]) Magendie, Précis de Physiologie. pag. 144.
[4]) Hertwig, a. a. O. p. 15 – 17.
[5]) Longet, a. a. O. Tome I. pag. 745. 46.
[6]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig 1842. 8. S. 593.
[7]) C. Nicolucci, in Il Filiatre-Sebezio. Giornale della scienze mediche. Maggio 1844. 8. p. 259.
[8]) Flourens, a. a. O. pag. 490.
[9]) Schiff, in Roser und Wunderlich's medicinischer Vierteljahrsschrift. Bd. V. Stuttgart 1846. 8. S. 671.

theile der Masse des Sehhügels, so geht immer die Reitbahnbewegung nach der Seite, an der die Verwundung stattgefunden hat. Greift man aber das hinterste Viertheil des Sehhügels oder der Großhirnschenkel an, so schlägt die Wendung in die entgegengesetzte Richtung um. Hat man den Großhirnschenkel weiter nach vorn durchschnitten, so erhält man eine [illegible] Reitbahndrehung, bei welcher sich der ganze Körper des Thieres in einem Bogen fortbewegt. Wurde dagegen der Schnitt möglichst nahe der Vorolsbrücke geführt und das vorderste Ende von dieser gleichzeitig [illegible], so erschien eine Halbmesserdrehung, für welche die Ferse des Fußes der der Verletzung entgegengesetzten Seite den Stützpunkt lieferte[1].

4533 Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß die vollständige Entfernung der einen Großhirnhalbkugel oder ein senkrechter, bis zur Grundfläche [illegible] gesetzter Längenschnitt, der die Innenseite von dieser getroffen hat, [illegible] nach der entgegengesetzten Seite gerichtete Reitbahndrehung zur Folge haben wird. Geht man dagegen gerade in der Mittellinie hindurch, so [illegible] der Balken, das Gewölbe, die vordere und die weiche Commissur [illegible] Boden der mittleren Hirnhöhle getrennt werden, so erzeugen sie [illegible] Drehbewegungen. Hat man die eine Großhirnhemisphäre bis auf das Dach der Seitenhöhle abgetragen, so findet sich hin und wieder schon eine gewisse Geneigtheit, sich in einem Bogen, welcher nach der der Verletzung entgegengesetzten Seite gerichtet ist, fortzubewegen[2].

Hatte ich die linke Großhirnhalbkugel eines Kaninchens bis zur Grundfläche [illegible] nach eingeschnitten, so bog sich der Kopf nach hinten, so daß er [illegible] Schenkel berührte. Die Lippen und seltener die Kiefer bewegten sich [illegible] das Thier etwas [illegible]. Das linke Ohr war stark nach [illegible]. Das Kaninchen konnte nur nach rechts gerichtete Drehbewegungen machen. [illegible] den [illegible] Veranlassungen und erlangten eine solche [illegible] das Thier in das Heu tief eingrub. Es schoß sogar das eine Mal [illegible] zu einem Fasse, dessen Höhe mehr als einen Fuß [illegible]. Es [illegible] sich aber sonst in den Zwischenzeiten der Ruhe vollkommen [illegible].

4534 Wir haben § 4531 gesehen, daß manche Thiere, in denen [illegible] Stücke des kleinen Gehirns verletzt worden, eine gewisse Neigung [illegible] wärts zu gehen verrathen. Einzelne Forscher glaubten bemerkt zu haben, daß Zwangsbewegungen, die nach vorn oder nach unten gerichtet [illegible] anderen Eingriffen nachfolgen.

Hatten Purkinje und Krauss[3] die Brückengegend der Vögel [illegible] Quere nach eingeschnitten, so flogen die Thiere immer in einer nach [illegible] gehenden Richtung. Sie bogen ihren Schnabel nach unten, so wie sie [illegible] unterstürzten. War dagegen die Mitte der Brücke der Länge nach [illegible], so gingen alle Bewegungen gerade nach unten. Standen die Vögel [illegible], so warfen sie ihren Kopf plötzlich nach abwärts und ließen ihn dann [illegible] langsam in die Höhe gehen.

4535 Als Magendie[4] die beiden gestreiften Körper in Kaninchen

---

[1] Schiff, De vi motoria etc. p. 22. 23. u. a. a. O. S. 682.
[2] Hertwig, a. a. O. p. 7. Schiff, De vi motoria p. 1.
[3] Krauss, a. a. O. p. 43.
[4] Magendie, Precis p. 144. u. Vorlesungen. S. 162 u. 182

lich entfernt, schossen die Thiere, wie durch eine innere Gewalt getrieben, gerade nach vorn, bis sie einem festen Widerstande begegneten. Die bloße Ausrottung der grauen Masse der Streifenhügel führte jedoch nicht zu diesen Sturmbewegungen. Es sollten sich nach ihm zwei Gegenkräfte im Gehirn das Gleichgewicht halten. Die Zerstörung des kleinen Gehirns beseitige den Widerstand, auf den das ausschließliche Rückwärtsgehen in dem unversehrten Körper stößt, und die Wegnahme der Streifenhügel die Hindernisse, die dem ungezügelten Vorwärtsschießen entgegenstehen. Hat man dagegen nur einen gestreiften Körper beseitigt, so erleiden die Bewegungen des Thieres keine durchgreifende Störungen.

Diese Auffassungsweise ist von mehreren neueren Forschern mit Recht 4536
bestritten worden. Es kommt häufig vor, daß Kaninchen, die ganz andere Verletzungen erlitten haben, vorwärts schießen, bis sie an ein Hinderniß mit Gewalt anstoßen, und dessenungeachtet nicht selten dieselbe Bewegungsweise bei nächster Gelegenheit zu wiederholen suchen. Hat man die Thiere plötzlich geblendet, wurden ein senkrechter Längenschnitt an der Innenseite der einen Halbkugel des großen Gehirns durchgeführt oder die Vierhügel verletzt, so können schon die gleichen Erscheinungen auftreten. Man bemerkte sogar etwas Aehnliches bisweilen, so wie man nur die Hautdecken des Schädels gespalten hatte. Die Bewegungen fehlen aber häufig, so wie man die beiden Streifenhügel vorsichtig abträgt und hierbei weder die Sehnerven noch die dreigetheilten Nerven oder andere empfindliche Gebilde angreift. Die Thiere verrathen dann eine auffallende Gleichgültigkeit gegen äußere Eindrücke mäßigen Grades. Sie beantworten aber zugleich äußere oder innere heftigere Reize auf eine ungewöhnlich kräftige und zum Theil ungeregelte Weise. Dieser Umstand, auf den wir sogleich zurückkommen werden, bedingt es, daß sie rasch vorwärts schießen, an Hindernissen heftig anstoßen oder Sprünge machen, wie man sie in gesunden Geschöpfen nur ausnahmsweise wahrnimmt.

Manche andere Bewegungsstörungen treten seltener oder unbeständi- 4537
ger hervor. Hierher gehören z. B. ein eigenthümliches Scharren und Reiben der Vorderbeine, welches Katzen und zum Theil auch Kaninchen nach der Abtragung der über den Seitenhöhlen liegenden Massen der Großhirnhalbkugeln darboten [1]), die an die Stellung lauernder Thiere erinnernde Haltung, welche Kaninchen nach Verletzungen der Halbkugeln und der Streifenhügel bisweilen annehmen, die Steifheit der Vorderbeine, an der dieselben Thiere nach der möglichst gleichartigen Durchschneidung der beiden Sehhügel leiden [2]), die Leck- und Kaubewegungen, welche Kaninchen nach einzelnen nicht ganz symmetrischen Theilungen ihres großen Gehirns liefern und die Aufregung in den Bewegungen, die sie nach der Längentheilung des Bodens der dritten Hirnhöhle darbieten [3]).

Die Drehbewegungen, welche beständiger vorkommen, wechseln bis- 4538

[1]) J. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft II. Frankfurt a. M. 1842. 8. Seite 87.
[2]) Schiff, in Roser u. Wunderlich's Vierteljahrsschrift a. a. O. S. 671. 72.
[3]) Schiff, Ebendaselbst. S. 675.

weilen mit Verschiedenheit der Zeiten, die nach der Verletzung der Hirntheile verstrichen sind. Manche dieser Erscheinungen bilden die bloße Folge von Nebenverhältnissen, wie z. B. von Blutergüssen, welche andere Hirntheile nach und nach beeinträchtigen, oder von krankhaften Störungen und hierdurch verursachten Lähmungen, die dem Tode vorangehen. Es kann sich jedoch ereignen, daß Veränderungen der Art in den ersten Augenblicken, die nach dem Eingriffe verstrichen, hervortreten. Schiff[1] bemerkte z. B., daß zwei bis vier den späteren Drehbewegungen entgegengesetzte Reitbahndrehungen sogleich nach der Trennung des einen Großhirnschenkels oder des einen Sehhügels zu Stande kamen.

4539 Viele Verletzungen des großen oder des kleinen Gehirns, die keine stürmischeren Zwangsbewegungen zur Folge haben, bewirken wenigstens, daß die Thiere zittern, die gewöhnlichen Bewegungsarten unsicher und schwankend vollführen, leichter aufschrecken und zu Reflexbewegungen verleitet werden. Eine eigenthümliche Erscheinung, die nach den [illegible] Hirnwunden wiederkehrt, besteht darin, daß sich die Stärke der Bewegungen mit der Zeit ihrer Dauer sichtlich steigert. Ein Kaninchen, dem Streifenhügel abgetragen worden, sitzt im Anfange ruhig. Stößt man [illegible] so geht es langsam vorwärts. Seine Bewegungen werden aber [illegible] immer lebhafter und ein kräftiger Sprung folgt nicht selten binnen [illegible] nach. Man kann in gleicher Weise häufig bemerken, daß die Reitbahndrehungen mit der Zeit schneller und kräftiger werden. Es scheint [illegible] daß sie bisweilen dabei in Halbmesserdrehungen in Vögeln übergeben

Menschen, die an Hirnkrankheiten leiden, bieten manche offenbar verwandte [illegible] dar. Das plötzliche Aufschrecken, das Sehnenhüpfen, die unwillkührlichen [illegible] der Hände, die Kaubewegungen, das Murmeln, das durchdringende Geschrei [illegible] und wieder in solchen Fällen beobachten, gehören wahrscheinlich zu einem [illegible] Ein Wahnsinniger, der ein Wort oft wiederholt, spricht es häufig mit [illegible] Heftigkeit aus und hängt gleichsam um so inniger an dem einmal aufgefaßten [illegible] lange er sich damit beschäftigt, bis endlich die Ermattung die fernere Au[illegible] macht.

4540 Thiere, denen man z. B. den einen Sehhügel durchschnitten, können die Neigung zu Drehbewegungen Tage lang beibehalten. [illegible] kommt sogar hierbei hin und wieder vor, daß ein krankhafter Bewegungssturm, der der Drehung nachfolgt, das Leben beschließt. Es ereignet dagegen nach manchen, nicht unbedeutenden Verletzungen z. B. des [illegible] Gehirns, daß die Bewegungen im Lauf der Zeit an Kraft und an [illegible] mäßigkeit gewinnen, ohne daß die ursprünglich angelegte Hirnwunde [illegible] terdeß zusammengeheilt und selbst nur durch Narbenfasern ausgeglichen. Der Gang einer Katze z. B., der Hertwig[2] einen senkrechten Lä[illegible] schnitt in jeder der beiden Halbkugeln des kleinen Gehirns beige[illegible] hatte (§ 4528), und welche noch 10 Tage fortlebte, wurde von [illegible] Tag sicherer.

Es ist bis jetzt noch nicht möglich gewesen, die Verhältnisse, welche die Zwangsbewegungen ursprünglich bedingen, mit Bestimmtheit anzugeben. Wir dürfen nämlich

[1] Hertwig, a. a. O. p. 17.

vorn herein nicht aus den Augen verlieren, daß manche Verletzungen, welche die Hirnmasse nicht unmittelbar treffen, ähnliche Erscheinungen zur Folge haben können. Wir haben schon §. 4536 gesehen, daß plötzlich geblendete oder selbst nur an ihrer Haut verwundete Kaninchen rasch vorschießen oder die lebhaftesten und ungeregeltsten Sprünge machen. Hat man den Inhalt eines Augapfels entleert, so können Drehbewegungen zum Vorschein kommen. Tauben, denen Flourens [1]) den wagerechten halbcirkelförmigen Kanal des Gehörlabyrinthes durchschnitten hatte, bewegten ihren Kopf fortwährend von einer Seite zur andern mit sehr großer Schnelligkeit. Wollte das Thier vorwärts gehen, so wurde das Schütteln heftiger. Die Taube verlor daher auch bald das Gleichgewicht. Das schnelle Gehen oder das Fliegen wurden auf diese Weise unmöglich gemacht. Drehbewegungen des ganzen Körpers gesellten sich häufig hinzu. War der obere oder der untere halbcirkelförmige Kanal durchschnitten worden, so bewegte sich der Kopf in senkrechter Richtung. Diese Schwankungen fielen weit stärker aus, wenn man jene Theile des inneren Ohres an beiden, als wenn man sie nur an einer Seite durchschnitten hatte [2]). Kaninchen boten die gleichen Erscheinungen, wenn auch in geringerem Maaße dar [3]). Künftige Erfahrungen werden noch entscheiden müssen, ob die Thätigkeit einzelner Hirntheile mittelbar oder unmittelbar in diesen Versuchen gelitten hatte.

Es muß noch dahingestellt bleiben, weshalb die Verletzungen einzelner Theile des Auges oder des Ohres Drehbewegungen nach sich ziehen, ob dieses auf psychologischen Verhältnissen beruht, ob die Fortsetzungen der durchschnittenen Nerven im Innern des Gehirns die Gleichgewichtsstörungen hervorrufen oder ob peripherische Eindrücke dem Ganzen zum Grunde liegen. Es ist jedenfalls auffallend, daß sich das Schütteln des Kopfes nach Flourens erhält, wenn selbst die Wunden längst verheilt und die entsprechenden halbcirkelförmigen Kanäle aus diesem Grund verstopft sind. Menschen, in denen diese Gebilde unwegsam waren, haben ähnliche Zeichen, so viel mir bekannt ist, nie dargeboten. Ich vermißte sie auch in einer Taube, der ich das linke innere Gehörorgan von außen her ohne Oeffnung des Schädels abgetragen hatte und die noch später 3½ Monate am Leben blieb.

Was die Drehungen, die unmittelbare Gehirnverletzungen begleiten, betrifft, so kann man für jetzt nur so viel behaupten, daß eine vollständige halbseitige Lähmung in Folge dieser Eingriffe nicht auftritt und daß sich oft auffallendere Abweichungen erst dann, wenn die Thiere sich bewegen wollen, kund geben. Einzelne Muskelgruppen gewinnen aber in diesem Augenblicke über andere das Uebergewicht. Die Vorderfüße stellen sich z. B. schief nach der der Drehung entgegengesetzten Seite, während der Hals nach der Richtung der Wendung gebogen wird. Es erzeugt sich dann eine Kreisbewegung unter denselben Verhältnissen, unter denen der Wille des gesunden Thieres eine geradlinigte Ortsveränderung zu Stande bringt. Die Halbmesserdrehung scheint aus der Reitbahndrehung hervorzugehen, so wie zugleich die Thätigkeit des entgegengesetzten Hinterfußes in Folge der Hirnverletzung wesentlich gestört wird [4]). Die Längsdrehung hängt nicht sowohl von dem Einflusse der Beine, als von den Verkrümmungen der Wirbelsäule, vorzüglich der vorderen Gegend derselben und zum Theil des Nackens ab [5]). Da sie auch an Thieren, die hoch oben enthauptet worden sind, vorkommt, so erhellt, daß die Anwesenheit des Kopfes kein nothwendiges Bedingungsglied dieser Bewegungsweise bildet. Hat man die Beine zusammengebunden, so fällt sie schwächer aus. Sie wird aber durch dieses Mittel nicht gänzlich aufgehoben.

Vierhügel. — Wir haben schon §. 4429 bemerkt, daß sich die Sehlöcher beider Augen nach der Reizung der einen Seitenhälfte der Vierhügel verkleinern können. Rottet man diese Theile aus, so überzeugt man sich, daß hier ursprünglich Kreuzungswirkungen auftreten und daß die Bewegung der beiden Regenbogenhäute zu den Mittheilungserscheinungen 4541

[1]) Flourens, a. a. O. pag. 446.
[2]) Flourens, a. a. O. pag. 464.
[3]) Flourens, a. a. O. pag. 480.
[4]) Schiff, a. a. O. S. 681. 82.
[5]) Schiff, De vi motoria. pag. 51.

gehört. Hat man z. B. die rechte Hälfte der Vierhügel in einem H
abgetragen, so ist das linke Auge erblindet. Die Iris bleibt in der
unbeweglich, so wie die Menge des einfallenden Lichtes wechselt.
jedoch vorgekommen, daß z. B. die Regenbogenhäute einer Henne,
durch Entfernung der Vierhügel gänzlich geblendet worden, ihr
nicht vollkommen verloren hatten [1].

Die erschütternde Wirkung, welche die Ausreissung der einen Seitenhälfte der
sel auf sich übt, kann schon die Drehbewegungen der auf diese Art verlet
Thiere hinreichend machen. Die Lähmung des Sehvermögens und die Thätigkeits
gen der Regenbogenhaut lassen sich daraus erklären, daß die Fasern der gemeinsch
Augenmuskelnerven und wahrscheinlich die zum directen Sehen nöthigen Fasern de
nerven mit den Vierhügeln in Verbindung stehen. Diese Gebilde müssen abe
noch anderen Zwecken dienen, weil einzelne Thiere, deren Augen verkümmert sin
z. B. der Maulwurf, nichts desto weniger beträchtlich entwickelte Vierhügel besit

Hat man die Hinterstränge des großen Gehirns abgetragen, die Sehnerven
ren Fortsetzungen dagegen geschont, so hat zwar das Thier die Fähigkeit verlore
Gesichtseindrücke gehörig aufzufassen. Es ist aber nach Longet die Empfänglichke
die Wirkungen des Lichtes nicht immer verloren gegangen. Es können in solch
len Bewegungen, die das gesunde, mit seinem vollen Willen ausgerüstete und ge
rechte Geschöpf nicht darbietet, vorkommen. Hatte Longet [2] eine Taube
oben erwähnte Weise verstümmelt und drehte er eine brennende Kerze vor dem
Auge des Thieres im Kreise herum, so folgte der Kopf in einer entsprechenden Be
wegung nach. Diese Erscheinung muß aber mit gewissen, noch nicht näher bek
Nebenverhältnissen zusammenhängen. Ich hatte z. B. die Großhirnmasse eines
bis zur Gegend der Sehlöcher der Schädelgrundfläche entfernt. Die spätere Unt
suchung ergab, daß nur ein sehr kleines Stück des untersten Theiles der linken Gro
hirnkugel zurückgelassen und daß die Sehnerven und die Centralgebilde, in welche
strahlen, vollkommen unverletzt geblieben waren. Das Thier zeigte alle §. 45
warteten Merkmale centralen Stumpfsinnes. Es schloß häufig das rechte Auge,
rend das linke offen blieb. Brachte ich es in einen dunkelen Raum und näherte
eine brennende Kerze, so verengerte sich das Sehloch sehr rasch. Es erweiterte sich
so schnell nach der Entfernung des Lichtes. Drehte ich aber die Kerze noch so
den, so hielt das Thier den Kopf immer ruhig. Es kümmerte sich nicht im Gerin
um die Bewegungen der Lichtflamme.

Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, eine nur irgend wahrscheinliche Vermu
über die Thätigkeit der Zirbeldrüse aufzustellen. Der Gedanke von Descartes,
die centralen Anregungen von hier aus in die Seitenhälften des Gehirns strahlen
die Ansicht, daß die Zirbel die hydraulische Wasserleitung wie ein Ventil beherrscht, g
nur noch der Geschichte an.

4542 **Kleines Gehirn.** — Die Beziehungen zu gewissen Bewegu
verhältnissen treten hier am Deutlichsten hervor. Trägt man das
Gehirn eines Säugethieres oder eines Vogels scheibenweise ab, so
den im Anfange die Gangbewegungen um so unsicherer, je weiter m
die Tiefe verdringt. Säugethiere schwanken, als wenn sie betr
wären. Vögel spreizen zunächst ihre Beine aus und fliegen oft auf
eben so eigenthümliche, als ungeschickte Weise. Hat man den gr
Theil oder das ganze kleine Gehirn entfernt, so kann zwar das Thier
über die Muskeln seiner Glieder gebieten und alle Sinneseindrücke
fassen. Es ist aber nicht im Stande, gewisse zusammenhängende B

[1] Hertwig, a. a. O. p. 19. 20.
[2] Longet, a. a. O. Tome I. pag. 471.

zungen zu vollführen. Es kann sich nicht gehörig und sicher auf den Beinen erhalten, viel weniger gehen oder laufen. Ist es hingestreckt, so macht es häufig alle möglichen Anstrengungen, um sich aufzurichten, ohne daß es zum Ziele gelangt. Es sucht einem Schlage, der es zu treffen droht, auszuweichen, verfällt aber hierbei oft in unpassende und unzusammenhängende Bewegungen. Legt man es auf den Rücken, so quält es sich in den unzweckmäßigsten Bemühungen, auf die Beine zu kommen, ab. Vögel flattern mit den Flügeln, werfen sich auf die mannigfachste Weise herum, stoßen gegen den Boden mit den verschiedensten Körpertheilen, ohne daß sie zu einer befriedigenden Flugbewegung gelangen. Es ist die Fähigkeit, gewisse zusammengesetztere Ortsveränderungen, die sonst dem Thiere geläufig waren, zu vollführen verloren gegangen. Das Bemühen, diese zu Stande zu bringen, führt zu Einzelanstrengungen, denen der geregelte Zusammenhang fehlt und die auch aus diesem Grunde ihr Hauptziel verfehlen.

Flourens [1]), der zuerst auf diese leicht zu bestättigenden Thatsachen aufmerksam machte, schloß aus ihnen, daß das kleine Gehirn den zweckmäßigen Ordner der Körperbewegungen bildet. Es ergiebt sich von selbst, daß dieser Ausdruck jenen räthselhaften Einfluß, den das kleinere Gehirn auf die Bewegungen ausübt, nicht erklärt. Bemühen wir uns, die Thatsachen genauer zu verfolgen, so haben wir schon früher gesehen, daß das Rückenmark allein gewisse zweckmäßige Verbindungen der Beuger und der Strecker, der Anzieher und der Abzieher der Glieder herzustellen im Stande ist. Die Anwesenheit dieses Theiles des Nervensystemes und des verlängerten Markes genügen, damit der Herzschlag, die Athem- und die Schluckbewegungen fortdauern. Das große Gehirn eines Geschöpfes, dem das kleine Gehirn genommen worden, vermag anderseits Sinneseindrücke aufzufassen und passende Willensbefehle auszutheilen. Können aber die zusammengesetzteren Bewegungen des Gehens und des Fliegens nicht mehr vollbracht werden, so frägt es sich, ob die Ursache dieses Fehlers in der Unmöglichkeit der gehörigen Verbindung aller noch vollführbaren Bewegungen liegt, oder ob vielleicht die Abtragung des kleinen Gehirns gewisse mechanische Grundbedingungen, die das Gehen und das Fliegen voraussetzen und die ursprünglich auf den Verhältnissen des Kopfes und der Wirbelsäule fußen, aufhebt. Die früher erwähnten Folgen der einseitigen Durchschneidung des kleinen Gehirns dürften diese mechanische Auffassungsweise eher, als die Flourens'sche Annahme unterstützen. Es läßt sich nach ihr ebenfalls begreifen, weshalb ein Thier, dem das kleine Gehirn genommen worden, vergebliche Anstrengungen macht, um sich gehörig aufzurichten oder einem ihm drohenden Streiche auszuweichen. Erinnern wir uns, daß eine gewisse erhöhte Empfänglichkeit, eine beharrlichere Wiederholung der erschwerten und nutzlosen Bewegungen vielen Verletzungen des Gehirns nachfolgt, so kann es nicht befremden, daß die Thiere, welche auf die erwähnte Weise verstümmelt werden, ihre Anstrengungen immer von Neuem anfangen, ohne daß sie zu dem beabsichtigten Ziele gelangen.

Willis [2]) hatte die Meinung aufgestellt, daß das kleine Gehirn 4543
die unbewußten und unwillkührlichen Thätigkeiten des Herzschlages, der Verdauung und der Einsaugung beherrscht. Die früher erwähnten Thatsachen weisen diese Ansicht entschieden zurück. Dasselbe gilt von der Behauptung, daß die Sprachwerkzeuge von jenem Hirntheile vorzugsweise abhängen, daß die Krankheiten desselben eine erhöhte Empfindlichkeit noth-

[1]) Flourens, a. a. O. p. 37 — 43. 53. 54. 133 — 141.
[2]) Th. Willis, Opera medica et physica. Lugdani 1676. 4. p. 318.

nothiger Weise zur Folge haben oder daß gewisse geistige Thätigkeiten nur z. B. das Gedächtniß in jedem Falle leiden müssen.

Gall, Serres und zum Theil Budge [1]) bemühten sich nachzuweisen, daß das kleine Gehirn die Verhältnisse der Geschlechtsthätigkeit in hohem Grade bestimme. Es sind aber häufig Fälle vorgekommen, wo das kleine Gehirn zerstört war, ohne daß sich eine krankhafte Steigerung des Gliedes, unwillkührliche Samenergüsse, übertriebene Geschlechtsbegierde oder ähnliche Zeichen hinzugesellten. Die Versuche, mit Verletzungen der Samenleiter, der Eierröhren oder der Gebärmutter dem kleinen Gehirn aus angeregt wurden, können für jene Ansicht nicht zeugen, weil auch andere Hirngebilde die gleichen Erscheinungen bedingen und das kleine Gehirn selbst die übrigen Eingeweide dazu in Thätigkeit zu setzen im Stande ist. Hat man auch die Hälfte dieses in einem Hahne entfernt, so kann das Thier doch noch mit Flourens [2]) den Beischlaf versuchen. Die Bewegungsstörungen können aber, zum Ziele zu gelangen. Wallache besitzen ein eben so unentwickeltes Gehirn, als Hengste.

1544 **Großes Gehirn.** — Wir wollen hier zuvörderst nur die durch Thierversuche gewonnenen Ergebnisse ins Auge fassen und dann dasjenige, was sich über das menschliche Gehirn sagen läßt, an diese Betrachtungen anreihen.

Hat man die eine Halbkugel des großen Gehirns eines Vogels in ganzen Ausdehnung nach gespalten, so erhält man nach Flourens die gleichen Erscheinungen, als wenn der größte Theil jener Nervenmasse abgetragen worden wäre. Die Leidenszeichen erhalten sich in jedem Falle so lange, als das Gehirn in Folge der Verletzung angeschwollen und dauert in ausgedehnterem Maaße erkrankt ist. Hat aber das Thier diese Zeit glücklich überstanden, so stößt man auf einen wesentlichen Unterschied je nachdem der Schnitt, der die Halbkugel theilte, der Länge oder Quere nach ging. Die Lähmungserscheinungen verlieren sich nach Flourens und Hertwig in dem ersteren, sie erhalten sich dagegen in letzteren Falle.

Hatte Flourens die rechte Großhirnhemisphäre einer Henne der Länge spalten, so erblindete das Thier auf dem linken Auge, behielt aber seine Empfänglichkeit für Sinneseindrücke und seine geistigen Fähigkeiten bei. Das Gesicht stellte sich nach acht Tagen auf der linken Seite von Neuem her. Wurde jetzt die linke Hälfte des großen Gehirns abgetragen, so verlor das rechte Auge sein Sehvermögen. Die letztere rechte Halbkugel vermittelte aber noch die geistigen Thätigkeiten [3]).

Flourens trennte die rechte Großhirnhalbkugel einer anderen Henne der Quere und die linke der Länge nach. Die geistige Auffassung war zuerst vollständig aufgehoben. Sie machte sich aber eine Woche später wiederum geltend. Das rechte Auge wann seine Gesichtskraft, während das linke noch nach sechs Monaten erblindet

---

[1]) Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Heft. I. S. 172.
[2]) Flourens, a. a. O. pag. 163.
[3]) Flourens, a. a. O. p. 104 — 108 u. 150 — 152. Hertwig, a. a. O.
[4]) Flourens, a. a. O. p. 151. 52.
[5]) Flourens, a. a. O. p. 104. 105.

Ein Hahn, dessen beide Großhirnhemisphären der Quere nach gespalten worden waren, hatte seine geistigen Fähigkeiten einige Monate später noch nicht wieder erhalten [1]).

Schneidet man eine Schicht der grauen Masse einer Halbkugel z. B. 4545
eines Hundes der Quere nach hinweg, so bemerkt man höchstens einige
Schwäche in den Gliedern der entgegengesetzten Seite [2]). Trägt man da-
gegen das Ganze bis zu dem Dache der Seitenhöhle ab, so erblindet an-
fänglich das Auge der gegenüberstehenden Körperhälfte, während die Re-
genbogenhaut ihre Beweglichkeit beibehält. Die Muskeln der entgegengesetz-
ten Seite scheinen oft im Anfange geschwächt zu sein. Sie können jedoch
in der Folge ihre Kraft wiedererhalten. Drehbewegungen gesellen sich bis-
weilen in der ersten Zeit hinzu. Das Thier behält aber noch seine geistigen
Fähigkeiten, geht oder fliegt und nimmt von selbst das ihm dargebotene
Futter. Es schrickt bisweilen leicht auf, zittert am ganzen Körper und
harrt nicht selten auf eigenthümliche Weise mit den Vorderbeinen [3]).
Wird die eine Halbkugel des großen Gehirns vollkommen entfernt, so
erhält man im Wesentlichen die oben erwähnten Ergebnisse, nur in ver-
stärktem Maaße.

Hatte z. B. Hertwig [4]) die rechte Halbkugel eines Hundes gänz- 4546
lich, die linke dagegen bis zu dem Dache der Seitenhöhle abgetragen,
so hatte das Thier einen großen Theil seiner geistigen Fähigkeiten einge-
büßt. Es lag regungslos und wie schlafend da, und ging nicht von selbst
vorwärts. Stieß man es fort, so machte es einige Schritte, sank dann
hin und verfiel von Neuem in Schlafsucht. Es lag meistentheils auf
der linken Seite. Wendete man es auf die rechte Seite oder auf den
Rücken, so stellten sich Krampfbewegungen ein, bis es wiederum die rechte
Seite zur Unterlage gewonnen hatte. Gesichts- und Gehöreindrücke gingen
an ihm unbemerkt vorüber.

Nimmt man die beiden Halbkugeln in einem Säugethier oder Vogel 4547
schichtenweise hinweg, so verlieren sich die geistigen Thätigkeiten für immer,
so wie eine gewisse Masse jener Hirntheile abgetragen worden. Hat man
z. B. einen lebhaften Hund auf diese Art verstümmelt, so liegt er wie
schlafend da, sieht und riecht Nichts und achtet auch nicht mehr auf leb-
hafte Schalleindrücke, die sein Ohr treffen. Er läuft im Anfange nicht
von selbst, macht aber einige Schritte, so wie man ihn vorwärts stößt.
Er nimmt die vorgesetzte Nahrung nicht zu sich, verschluckt sie jedoch,
wenn man sie ihm in den Rachen einführt. Die Regenbogenhäute haben
ihre Beweglichkeit beibehalten. Hauteindrücke können Reflexbewegungen
und selbst Stimmtöne hervorrufen. Bleibt das Thier längere Zeit am
Leben, so ereignet es sich bisweilen, daß sich sein Zustand, in mancher
Hinsicht wenigstens, scheinbar bessert. Es macht dann bisweilen einige
Schritte von selbst, springt hin und wieder und stößt dabei nicht selten
an feste Körper an, so daß ihm der hierdurch verursachte Schmerz laute

[1]) Flourens, a. a. O. p. 107.
[2]) Hertwig, a. a. O. pag. 6.
[3]) Budge, a. a. O. Heft I. S. 86 — 90.
[4]) Hertwig, a. a. O. pag. 7. 8.

Stimmtöne entlockt. Sind nur die Theile, we
höhlen liegen, abgetragen worden, so findet man hi
neseindrücke, die früher unbemerkt vorüberginge
gefaßt werden.

4548 Hühner oder Tauben, denen man die beide
Gehirns genommen hat, zeigen denselben Stu
Sie bleiben stehen, so wie man sie auf die Füß
den Bauch, so ändern einzelne Thiere diese S
selbst. Andere dagegen erheben sich sogleich.
sie zu diesem Zwecke machen, sind oft schwerfälli
Flügeln, schwanken im ersten Augenblicke, rege
Bein und lassen dieses weniger leicht, als gesun
fallen. Stehen sie endlich, so ist es ihnen oft
Beine in gehöriger Nähe befinden oder ob sie
Sie kümmern sich nicht um das, was in ihrer
bisweilen ihren Kopf unter einem ihrer Flüg
Vögel zu thun pflegen, schrecken, wenn man sie
auf und öffnen die meistens geschlossenen Augen,
in Schlafsucht. Es kommt in der Folge vor,
ihre Flügel von selbst bewegen und diese mit ih
hin und wieder kratzen, ihre Stellung ändern,
und her laufen, hierbei aber den ihnen begeg
auszuweichen verstehen. Setzt man ihnen Nah
sie in ein mit Wasser gefülltes Becken, so ne
selbst zu sich. Man muß daher Thiere der Ar
man ihnen die Speisen in den Rachen stößt un
Weise einführt (§. 4515.). Sie verschlucken übr
so gut, als nahrhafte Verbindungen. Man kann
Monate und selbst länger als ein Jahr am Le
dabei nicht selten an Fett zu, erlangen aber i
wieder. Mögen sie auch noch so oft an nahe li
so lernen sie es doch nicht, sie gehörig und in
oder eine Vorsicht irgend einer Art anzuwende
auf Thiere der gleichen Gattung, berücksichtigen
gen der Männchen und scheinen den Trieb zur
ren zu haben. Wird ein solches verstümmeltes
gegriffen, so fehlt die zur Wehr nothwendige V
daher in solchen Fällen mit Leichtigkeit.

Die Entfernung der Halbkugeln des großen Gehirn
lichkeiten, die sonst in hohem Grade hervortreten. Die
nach jenem Eingriffe. Der Hund kennt und beschnüffelt
oder beißt nicht mehr, so wie ihm ein Fremder nahe k
nicht mehr und vergräbt sich nicht in der Erde. Das
haftigkeit und Beweglichkeit.

Hühner, deren Kropf gefüllt ist, erbrechen sich lei
Großhirnmassen. Sie können sogar hierdurch an Erstick

rens [1]) fand überhaupt, daß Thiere, die lange gehungert haben, oder deren Magen mit Speisen überfüllt ist, jenem Eingriffe binnen Kurzem zu unterliegen pflegen. Das Hungern sichert jedoch nicht immer vor einem unglücklichen Ausgange der Operation. Es ist mir eine Henne, die vorher nichts bekommen hatte, am dritten Tage zu Grunde gegangen.

Beispiele, in denen Tauben oder Hühner viele Monate lang nach der Ausrottung der Großhirnhalbkugeln durch künstliche Fütterung erhalten wurden, finden sich bei Flourens, a. a. O. pag. 10 u. p. 87. Malcorps, in Magendie Vorlesungen. S. 140. 41. und R. Wagner, Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. S. 542. 43.

So tief auch die Zerstörung der Halbkugeln des großen Gehirns 4549
die höheren Lebensäußerungen erschüttert, so wenig stört sie im Ganzen die Verhältnisse der Bewegungswerkzeuge. Man bemerkt häufig keine Spur von Verzerrung oder von anhaltender Verkürzung einzelner Muskeln. Vögel bleiben sogar bisweilen eine Zeit lang auf einem Beine stehen ohne das Gleichgewicht zu verlieren. Man sieht höchstens untergeordnete Unregelmäßigkeiten bei dem Fliegen, das auch häufig minder lange, als sonst ausgehalten wird. Die Athembewegungen verfolgen ihren gewöhnlichen Gang. Sie scheinen sich bisweilen zu verlangsamen, nehmen aber auch in Folge äußerer Eingriffe an Schnelligkeit zu

Wir haben früher (§. 4547) angeführt, daß die enthirnten Geschöpfe 4550
den Gebrauch ihrer höheren Sinne verloren haben. Dieses gilt jedoch nur von der geistigen Verarbeitung, nicht aber von der unmittelbaren Auffassung eines Sinneseindruckes. Eine Taube oder ein Huhn, dem die Großhirnhalbkugeln bis auf die Sehlappen genommen worden, verengert noch ihr Sehloch im Hellen. Sie kann noch nach Longet [2]) den Bewegungen einer Kerze mit dem Kopfe mechanisch nachfolgen (S. 556). Feuerte man ein Pistol in ihrer Nähe ab, so ereignete es sich, daß sie die Augen öffnete, den Hals streckte, den Kopf in die Höhe hob, sogleich aber wieder in die alte Schlafsucht zurückkehrte. Enthirnte Kaninchen pflegen feinere Riechstoffe nicht zu bemerken. Hält man ihnen aber kaustischen Salmiakgeist vor die Nase, so kann es sich ereignen, daß sie den Kopf lebhaft wegwenden und die Nase mit den Vorderbeinen reiben. Goß Longet [3]) eine starke Coloquinthenabkochung in den Rachen von jungen Hunden oder Katzen, denen er vorher die Großhirnlappen ausgerottet hatte, so machten sie heftige Kaubewegungen, wie es gesunde Thiere in dem gleichen Falle zu thun pflegen. Wir sehen hieraus, daß die Sinneseindrücke unter den geeigneten Verhältnissen keineswegs verloren gehen, daß sie sogar gewisse Gegenbewegungen hervorrufen, daß sie aber entweder gar nicht mit Bewußtsein aufgefaßt und verarbeitet oder wenigstens auf keine Weise für einige Zeit festgehalten werden.

Es kann vorkommen, daß enthirnte Tauben flüssige Stuhlgänge, 4551
vorzüglich im Anfange, entleeren und daß sich dieser Uebelstand in der Folge ausgleicht, daß sich ihr Oberschnabel später krümmt, und im Verhältniß zu dem Unterschnabel übermäßig verlängert.

---

[1]) Flourens, a. a. O. p. 127.
[2]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 648 — 650.
[3]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 514.

Die Gallenblase der S. 561 erwähnten Henne, welche drei Tage nach der Ent
nung zu Grunde ging, war mit grüner Galle strotzend gefüllt. Die Zwölffingerda
schlinge zeigte an ihrer Oberfläche zahlreiche Gefäßverzweigungen, die dunkele Blutm
einschlossen. Diese Erscheinung fehlte dagegen an allen übrigen Unterleibseingeweiden
Ausnahme des mittleren Theiles des Eileiters. Die Cloake enthielt eine reichliche M
von Koth, der äußerlich weiß, innerlich dagegen grasgrün gefärbt erschien. Die m
skopische Untersuchung lehrte, daß die grüne Farbe nicht von Gallenstoffen, sondern
dem Chlorophyll der nicht verdauten Theile der genossenen grünen Erbsen herrü
Die Masse enthielt nämlich viele Bruchstücke pflanzlicher Verholzungsgebilde und
reiche, theils leere, theils Blattgrün führende, gesonderte oder noch wechselseitig zu
menhängende Zellen.

4552 Saucerotte glaubte aus seinen an Hunden angestellten Versu
schließen zu können, daß die vorderen Theile der Halbkugeln des gro
Gehirns nur die Bewegungen der Hinterbeine und die hinteren die
Vorderfüße beherrschen. Serres bestättigte das Gleiche nach seinen
einem Hunde und einer Katze angestellten Beobachtungen. Longet
gelangte in dieser Beziehung zu abweichenden Ergebnissen. Untersuchun
die ich an frisch getödteten Thieren anstellte, nöthigen mich ebenfa
jener Auffassungsweise entgegenzutreten. Ich hatte z. B. eine vor we
gen Tagen geborene und noch blinde Katze mit Strychnin getödtet, u
Herz und Lungen ausgeschnitten. Nachdem alle Athembewegungen v
schwunden waren, trennte ich die Vorderlappen des großen Gehirns u
die Streifenhügel scheibenweise los. Das Thier bewegte dabei die beid
Vorderfüße mit großer Lebhaftigkeit. Es zog zugleich die vorgefalle
Zunge in die Mundhöhle zurück. Die Hinterbeine dagegen blieben vol
kommen ruhig. Schnitt ich weitere Schichten von den Streifenhügel
und der Nachbarschaft derselben los, so wiederholten sich die Bewegungen
der Vorderbeine noch zwei Mal. Ein zweites, gleich behandeltes Kätzchen
lieferte dieselben Ergebnisse. Hatte ich die Großhirnhalbkugeln eines frisch
getödteten Hundes entfernt und schnitt dann die Sehhügel durch, so be
wegten sich die Hinterfüße auf das Lebhafteste. Schiff [2]), der seine
Beobachtungen an lebenden Kaninchen anstellte, bemerkte hierbei, daß die
Abtragung der Sehhügel eine gewisse Schwäche der Bewegungswerkzeuge
nach sich zieht und daß diese in Vorderbeinen auffallender hervortrit. Sie haben
dann die Fähigkeit, das nöthige labile Gleichgewicht im Augenblicke her
zustellen, eingebüßt.

4553 Die Sehhügel besitzen im Ganzen einen bedeutenderen Einfluß auf
die Bewegungswerkzeuge, als die Streifenhügel. Kaninchen, denen man
die Halbkugeln des großen Gehirns bis zu dem Dache der Seitenhöhle
abgetragen und hierauf die Streifenhügel ausgeschnitten hat, können dessen ungeachtet noch laufen und springen. Rottet man aber überdieß den rechten
Sehhügel aus, so fällt das Thier nach Longet [3]) nach links um. Man
würde irren, wenn man hieraus schließen wollte, daß die entgegengesetzte
Körperhälfte vollständig gelähmt ist. Hatte z. B. Hertwig die rechte

[1]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 514.
[2]) Schiff, in Roser u. Wunderlich's Vierteljahrsschrift. Bd. V. S. 673.
[3]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 501.

oßen Gehirns gänzlich abgetragen, so fiel der Hund auf
:. Er konnte von selbst nicht aufstehen. Wurde ihm aber
› machte er seine nach rechts gerichteten Kreisbewegungen.
:n schon §. 4431 gefunden, daß man die Gesichtsmuskeln 4554
ı durch Reizung des Ammonshornes in glücklichen Fällen
:g zwingt. Foville schloß aus seinen anatomischen Unter-
ß jenes Hirngebilde die Zungenbewegungen leitet. Diese
jetzt auf physiologischem Wege noch nicht bewiesen worden.
eine lange und schmale Leiste aus dem Schädel von Ka- 4555
neben dem oberen Längenblutleiter ausgeschnitten, ein
Längenfurche der beiden Großhirnhemisphären eingeführt und
die durchsichtige Scheidewand, das Gewölbe, die vordere
ıd den Boden der dritten Hirnhöhle durchschnitten [1]), so
rletzung weder Schmerz noch Krämpfe hervor. Das Herz
chlug dann lebhaft und mühlradartig, eine Erscheinung, die
ährend der gegen das Lebensende nicht selten eintretenden
:merkt wurde. Störungen der Sinnesthätigkeiten konnten in
mit Sicherheit nachgewiesen werden. Der Stumpfsinn, der
rottung der Halbkugeln des großen Gehirns vorkommt, man-
ızlich. Die Thiere blieben aber oft lange Zeit ruhig sitzen,
ı man sie stieß oder Lärm in ihrer Nähe machte, einige
ɔärts und verfielen dann wieder in ihre frühere Ruhe. Griff
so zeigten sie sich häufig auffallend lebhaft, leisteten kräftigen
suchten zu kratzen und waren überhaupt reizbarer, als ge-
'pfe. Es kam hin und wieder vor, daß ein schon in der
ımbares Zähneknirschen bemerkt wurde.
ıs Kaninchen länger, als 24 Stunden, so stellte sich Durchfall
ɔätere Leichenöffnung lehrte, daß sich eine gelbliche Flüssig-
in dem Zwölffingerdarme und dem Dünndarme und in der
in den übrigen Theilen des Nahrungskanales angesammelt
eich sich die Kaninchen sonst fast nie zu erbrechen pflegen, so
sich doch, daß einzelne jener operirten Thiere die Flüssigkeit,
Magen eingedrungen war, durch die Mundhöhle theilweise

chterne Kaninchen bieten schon einen raschen mühlradähnlichen Herzschlag
ın sie anfaßt oder sonst in Furcht setzt. Die Trennung der oben erwähn-
e des großen Gehirns ändert daher hier zunächst die Verhältnisse in kei-
ı Weise. Jener heftige Doppelschlag, bei dem sich übrigens die Schnellig-
ı der Kraft zu erhöhen scheint, erhält sich aber bis zum Tode, wenn selbst
ußtlos und halbseitig gelähmt daliegt. Hatte ich dagegen ruhigere Thiere,
Zunahme der Zahl der Herzschläge durch vergleichende Zählungen darthun.
ı bot z. B. 150 bis 155 in der Minute dar, als schon die Längenspalte in
ıngebracht worden war. Prüfte ich aber die Verhältnisse sogleich nach der
neidung, so erhielt ich 200 bis 205. Diese Zahl behauptete sich fast un-
zu dem drei Tage später eingetretenen Tode. Jener Eingriff erhöhte so-
ı der Herzschläge von 30 auf 105 in einem zweiten Falle.

ım. Bd. VI. Bern 1841. 8. S. 359 — 66.

Es ereignet sich in diesen Versuchen häufig, daß das Messer die Mittellin
kurz vorher und so sehr auswärts durchdringt. Hatte ich den Streifen- un
der rechten Seite verletzt, so daß das Thier im ersten Augenblicke mit gro
nach vorn. Es verfällt dann in Reifenbewegungen, deren Richtung der Verle
gegenkommt. Der Kopf wurde stark nach hinten gebogen, so daß er selbst
Hinterseite berührte. Hatte sich das Thier beruhigt, so reichte ein äußer
hin, es aufzustehen und seine Drehungen von Neuem beginnen zu lassen.
der angeführten Empfindlichkeit erhöhte sich in der Folge. Die Drehungen
zu schwächen und hörten später an. Druckretonus oder halbseitige Läh
Lähmung der Schließmuskeln zeigten sich in der Folge hinzu. Der Herzsc
schneller und stärker. Die Reifbewegungen nahmen endlich immer me
der Tod oder nach einem Krampfanfalle eintrat.

Wenn die Verletzung des großen Gehirns dicht an der Innenseite
Großhirnschenkel durch Stechen wurden, so traten die Drehbewegungen nich
hervor. Man bemerkte höchstens vorübergehend eine geringe Verzerrung des Ge
und eine leichte Störung der Bewegungswerkzeuge. Wurde aber das Thie
[illegible] bald aufeinanderfolgenden Stichen nach der der Verletzun
gegenseitigen Seite. Die Neigung zu Drehungen verrieth sich auch in den willkü
wenigen. Einige Male traten Krämpfen und halbseitige Lähmungen gesel
der Thier [illegible]. Schiff bemerkte ebenfalls, daß die Trennung der Mittel
großen Gehirns keine Drehbewegungen als unmittelbare Folgen nach sich zieh

Man sieht aus den mitgetheilten Versuchen noch nicht die geringe
[illegible] in welchem Theile Gebilde, wie die Commissuren, das Gewölbe,
[illegible] Schenkel der Balken und überhaupt die meisten einzelnen Hirn
werden ist. Der Gedanke, daß der Hirnstamm das Kopfende des sympathi
[illegible] und [illegible] die anatomischen Verhältnisse nicht gerechtfi
[illegible] in seiner Weise und mit Sicherheit nachweisbaren physiolog
[illegible]

Gehen wir zu den Verhältnissen des Menschenhirns über, s
[illegible] bemerken, daß hier die sichere Grundlage
[illegible] mangelt. Die anatomischen Untersuchungen,
[illegible] angestellt hat, konnten weder
[illegible] mit Bestimmtheit nachweisen,
[illegible] der Nervenfasern und der Nervenkörper g
[illegible] Die meisten Gebilde, die man als gesonderte St
[illegible] unterscheidet, sind nur Unebenhei
[illegible] die äußeren Oberflächen, die weder eine Thätigkeit au
[illegible] noch einen in sich abgeschlossenen Einfluß irgen
[illegible] Sie entsprechen bildsamen gewissen Bezirken, deren
[illegible] Sollte es dem menschlichen G
[illegible] auf diesem Gebiete zu machen,
[illegible] die bisherige Anschauungsweise nach und nach aufgeben
[illegible] Nervenmasse als eine Verbindung von Kettengliede
[illegible] die auf das Innigste beisammen liegen, auf das
[illegible] und nur in seltenen Fällen durch die äußere Form
[illegible] werden. Wenn es überhaupt möglich, diese Einsicht je zu
[illegible] so können nur die sorgfältigen mikroskopischen Untersuchung
[illegible] Stellung [illegible] für die Brückengegend versucht werden, nich

[illegible] S. 375.

[illegible] Untersuchungen über den Bau des Hirnknotens oder der Va
Breslau. Jena 1845. Fol.

: mit freiem Auge vorgenommenen Prüfungen erhärteter Weingeistge-
ne die Grundlage liefern. Es ist aber dann allerdings zu befürchten,
ß die Uebersicht des Waldes vor der Betrachtung der Bäume und der
ätter verloren gehen werde.

Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß alle auf den anatomischen 4557
rhältnissen fußenden Vermuthungen und alle physiologischen Versuche,
bis jetzt angestellt worden sind, einen provisorischen Charakter besitzen.
oll die Erkenntniß fortschreiten, so handelt es sich nicht darum, größere
ücke, wie z. B. die Brücke und deren Schenkel, die Sehhügel, die Strei-
hügel u. s. w. in Betracht zu ziehen, sondern die kleinen, verborgenen,
f anatomischem Wege erkannten Kettenglieder für sich und in ihrer
rbindung mit den anderen Stücken des centralen Nervensystems zu
ösen und sich so von den Ergebnissen der bisher gebotenen gröberen
rschungsweisen zu befreien.

Könnte diese mühsamere Bahn mit Erfolg je betreten werden, so 4558
rden auch die bis jetzt in der Psychologie geltenden Anschauungsweisen
nso gut fallen müssen, als die Cartesianischen Wirbel den Berechnungen
: Anziehungskräfte zu weichen genöthigt waren. Alle Anstrengungen,
: man auf diesem Gebiete gemacht hat, ruhen nicht auf derjenigen
undlage, auf der sie fußen sollten, der Natur der Forschungen wegen
er noch nicht fußen konnten. Was wir Verstand, Einbildungskraft,
rnunft nennen, sind theoretische, in ihren Grenzen unbestimmte Begriffe,
: nach gewissen vorgefaßten Ansichten der Erfahrung eher aufgezwun-
n, als unbefangen aus ihr hergeleitet wurden. Man bemühte sich, diese
d andere noch unbestimmter bezeichnete Seeleneigenschaften mit den Ver-
ltnissen des Gehirns in Verbindung zu bringen und schuf so phrenolo-
che Systeme, die dem scharfen Denken eben so sehr, als den anatomi-
en Thatsachen widersprachen. Haben auch die wissenschaftlichen For-
er der Gegenwart diesen Irrweg mit Recht gemieden, so muß man
ch zugeben, daß man häufig noch mit der Annahme einzelner scholasti-
en Begriffe etwas Wesentliches zu gewinnen glaubt, daß es nicht sel-
n an Muth fehlt, unsere Unwissenheit frei zu bekennen, daß man sie
t Redensarten zu verdecken sucht. Die Art und Weise, wie man die
istigen Thätigkeiten der Thiere behandelt, die verschiedenen Erscheinun-
n, welche man zu den Trieben und den Instincten rechnet, die Scheu,
t der man manche bisher mit physiologischen Ausdrücken verdeckte
rhältnisse auf ihre mechanischen Beziehungen zurückzuführen Bedenken
igt, können dieses am Besten beweisen. Legt man ein theoretisches
eistesvermögen von vorn herein zum Grunde, so drängt man sich un-
thiger Weise in ein Labyrinth von Unbestimmtheiten oder Widersprüchen,
il man eine Reihe, nicht selten verschiedenartiger Lebensäußerungen
astlich zusammenzwängt. Ein jeder allgemeine Begriff kann erst dann
chtbringend wirken, wenn die Einzelnheiten, aus denen er hervorge-
ngen, scharf angegeben werden. Ist dieses nicht der Fall, so rechnet
n mit einer Gesammtzahl, deren summatorische Glieder unbekannt und
her der größten Mannigfaltigkeit möglicher Weise fähig sind.

daher für jetzt von ächt' naturwissenschaftlichen, p
welt betreffenden Untersuchungen kaum die Rede
4560 Die vergleichende Anatomie und die Entwi
daß das embryonale Gehirn des Menschen an m
dungen niederer Wirbelthiere erinnert. So sich
ist, so unfruchtbar blieb sie für die physiologischen
4561 Die Ergebnisse der Leichenöffnungen hirnkra
bis jetzt so widerstreitende Ergebnisse, daß man s
zweifelhaften Schluß aus ihnen herleiten kann [1]
durch Thierversuche gewonnene Ergebnisse für de
Wege nicht erhärten ließen, so haben einzelne Ph
gen der pathologischen Anatomie für nutzlos und
den Thieren angestellten Versuche für unbrauchba
tigsten Untersuchungen kranker Gehirne müssen ab
weil die Normen für die genügende Prüfung de
gen noch nicht gefunden sind. Es ist nicht bekan
lichen inneren Beziehungen das Hirn des Mensch
thiere anatomisch und physiologisch abweicht. Wi
ein Leiden eines bestimmten Hirntheiles des Me
der übrigen verändert, wie weit die Nebenwirku
oder eines Eiterabsatzes reicht und welche zarten
das anatomische Messer, noch das Mikroskop oder
nachweist, die regelrechten Beziehungen stören. G
fremden, daß die Leichenöffnungen, wie sie bis j
unsichersten Hilfsmittel für Erforschung des Hirnb

Man hat den physiologischen Versuchen häufig vorgewo
Nebenverletzungen, die Blutungen, der Zutritt der Luft
Hirngebilden die Ergebnisse trüben. So richtig dieses auch
weisen, daß die Haupterscheinungen von jenen Verhältniss
obachtungen, die man mit Hilfe des Neurotoms bei unverle
eigenen sich am Besten, diese von ärztlicher Seite gemachte

ren Kritik kaum widerstehen. Man spricht häufig von Erweichung oder Verhärtung ngelner Hirntheile, ohne daß diese Mittheilungen durch genauere physikalische Prüfun- n oder sorgfältigere mikroskopische Forschungen erwiesen worden wären. Man fußt cht selten auf Hirnuntersuchungen, in denen nicht unterschieden werden konnte, was ei- r älteren Zeit und was den letzten Lebensaugenblicken angehörte. Die Unsicherheit, f welche die Erforschung der Blutleere oder der Blutfülle, die genügende Bestimmung r Umfangsverhältnisse, die Entscheidung über den zarteren Bau und die feineren Er- hrungsbeziehungen fast überall stoßen, kehrt auch hier in ihrer ganzen Kraft wieder. ne Durchgreifende mikroskopische Prüfung, so weit sie wenigstens bei dem gegenwärti- t Stande der Dinge möglich wäre, ist in den wenigsten Fällen unternommen worden. Man muß zugeben, daß die befriedigende Untersuchung kranker Gehirne die Er- ntnis der Hirnthätigkeit mächtig fördern könnte. Man darf sich aber auch nicht ver- blen, daß es bis jetzt noch nicht möglich gewesen, das Untersuchungsverfahren, das zu fern Ziele zu führen vermöchte, aufzufinden. Einzelbeobachtungen, die auf keiner ge- gen den Grundlage ruhen, können keine hinreichende Belehrung vorbereiten, man möge für sich oder nach statistischen Mittelwerthen betrachten. Sollten die Fortschritte der natomie und der Physiologie befriedigendere Untersuchungswege öffnen, so werden die eisten Ergebnisse der bis jetzt vorgenommenen Leichenöffnungen der Vergessenheit mit echt verfallen.

Man hat häufig den Satz aufgestellt, daß das Gehirn des Menschen 4562
einen größeren Bruchtheil des Körpergewichtes, als das irgend eines Thieres in Anspruch nimmt. Diese Behauptung besitzt jedoch nur eine bedingte Gültigkeit. Hält man sich an die erwachsenen Fische, die Reptilien und die meisten Vögel und Säugethiere, so stößt man auf so bedeutende Unterschiede, daß der Vortheil auf der Seite des Menschen unzweifelhaft liegt. Es giebt dagegen einzelne kleinere Vögel und Affen, die ihm in dieser Hinsicht gleich kommen oder ihn selbst übertreffen. Künftige, auf besseren Grundlagen ruhende vergleichend-anatomische Untersuchungen werden erst über diesen Punkt sicherer entscheiden können.

Da das Körpergewicht mit der Ausbildung der Organe und vorzüglich der Muskeln und der Ablagerung von Fettmassen in hohem Grade wechselt, ohne daß sich das des Gehirnes in gleichem Verhältnisse ändert, so könnten nur Mittelwerthe, die größeren passenden Beobachtungsreihen entnommen sind, einen ungefähren Maaßstab liefern. Die meisten Forscher haben aber bis jetzt nur an einem oder höchstens an wenigen Thieren derselben Art bestimmt, wie sich das Gehirn zur Körpermasse verhielt. Es ereignete sich auf diese Weise, daß der Eine z. B. für das Gehirn des Hundes $1/47$ und der Andere $1/305$ der Körpermasse annahm.

Ein zweiter Umstand, der eben so wenig berücksichtigt wurde, liegt in der Altersverschiedenheit. Wir werden sehen, daß diese den beträchtlichsten Einfluß in dem Menschen ausübt, daß hier z. B. die Verhältnißwerthe um das Fünffache wechseln können, je nachdem man von dem zarten Kinde oder von dem Erwachsenen ausgeht. Es wäre leicht möglich, daß einzelne Affen, die ein bedeutendes Uebergewicht ihrer Hirnmasse lieferten, jüngere Thiere waren und auf diese Weise höher, als sie es verdienen, gestellt wurden.

Halten wir uns an die von Haller und Cuvier [1]) gefundenen Werthe, so würde das Gehirn der von ihnen untersuchten Fische $1/37{,}410$ (Thunfisch) bis $1/560$ (Karpfen) des Körpergewichtes betragen. Die Amphibien lieferten in dieser Hinsicht $1/2240$ (Landschildkröte) bis $1/172$ (Frosch), die Vögel $1/360$ (Ente) bis $1/14$ (Zeisig) und die Säugethiere $1/860$ (Ochse) bis $1/22$ (Saimiri). Der Mensch dagegen, der das Alter der Geschlechtsreife überschritten hat, giebt in der Regel ungefähr $1/30$ bis $1/40$, während die ersten Lebensjahre $1/8$ bis $1/5$ darbieten. Wir sehen hieraus, daß einzelne der kleineren

[1]) G. Cuvier, Leçons d'Anatomie comparée. Tome II. Paris. An VIII. p. 149—52.

Singvögel und Affen dem erwachsenen, nicht aber dem noch unvollständig ent… Menschen beträchtlich voraneilen.

Lassen wir auch die oben erwähnten Uebelstände, welche den bis jetzt gepflo… tersuchungen anhaften, bei Seite, so müssen wir uns doch bald überzeugen, daß der … gleich des Hirn- und des Körpergewichtes wenig zu lehren im Stande ist. Der … Bau eines Thieres eine beträchtliche Muskelmasse nothwendig macht, so wird … das Körpergewicht unverhältnißmäßig gewinnen. Größere Geschöpfe, die mit … Knochen und umfangreichen Bewegungswerkzeugen versehen worden, müssen unter … Verhältnissen kleinere Bruchtheile für ihr Gehirn darbieten, ohne daß deshalb … ren geistigen Fähigkeiten sinken und umgekehrt. Man kann sich aus solchen … sen erklären, weshalb z. B. der Elephant $^1/_{500}$, das Pferd $^1/_{600}$, der Ele… Schaaf $^1/_{178}$ bis $^1/_{851}$ oder der Adler $^1/_{140}$ und der Sperling $^1/_{23}$ hat. Einen … ches vermag aber in dem Hirnbau selbst wiederzukehren. Die Bestimmung eines … res kann möglicher Weise fordern, daß einzelne Theile, die keineswegs höheren … Fähigkeiten vorstehen, einen beträchtlichen Umfang erreichen und so der gesammten … masse ein Uebergewicht verschaffen, das eine wahre höhere Ausbildung der … Elemente nicht andeutet.

Die Gewichtsbestimmungen und die mit freiem Auge angestellten Messungen … überhaupt nicht im Stande, ein sicheres Urtheil zu begründen. Es frägt sich … vor Allem, ob die Vorzüge der höheren Thätigkeiten nur von der Menge der … Elemente und nicht zugleich von ihrer inneren Beschaffenheit und dem Grade der … genseitigen Verknüpfung abhängen. Lassen wir aber auch diesen wahrscheinlich … Umstand bei Seite, so besteht die Hirnmasse aus einer großen Zahl mikroskopischer … bilde. Die Durchmesser von diesen wechseln in hohem Grade und der Umfang … der dritten Potenz der Durchmesserunterschiede. Es kann daher leicht eine … Hirnmasse eine eben so große Zahl von Werkzeugen, wie eine größere enthalten, … nur die Elemente verhältnißmäßig stärker an Volumen abgenommen haben.

4563 Der Verhältnißwerth des Gehirns oder derjenige Bruchtheil, … von der gesammten Körpermasse einnimmt, fällt in dem Neugebo… am Größten und in dem Greise am Kleinsten aus. Er sinkt ab… Laufe der verschiedenen Lebensalter in einer nicht stetigen Reihe… Der Neugeborene und das zarte Kind haben in dieser Hinsicht un… $^1/_5$ bis $^1/_9$, der 20jährige Mensch $^1/_{24}$ bis $^1/_{30}$ und der von 50 b… Jahren $^1/_{40}$ bis $^1/_{44}$ [1]). Diese Thatsachen bekräftigen von Neuem … die Entwickelung der übrigen Körperwerkzeuge den Verhältnißwer… Gehirns zurückzudrängen im Stande ist, während die höheren … thätigkeiten einer größeren Vollendung entgegengehen oder wenigst… einer ausgedehnteren Erfahrungsgrundlage fußen.

4564 Das Gehirn des Mannes scheint zu allen Lebensaltern ein g… absolutes Gewicht, als das der Frau darzubieten. Der mit der … masse in Beziehung gebrachte Verhältnißwerth fällt auch meist bis … Jahren der Geschlechtsreife in den Mädchen kleiner, als in den … und den Jünglingen aus. Die Mittelgröße kann in dem Erw… bald in dem einen und bald in dem anderen Geschlechte den … haben.

4565 Es läßt sich in den gewöhnlichen Fällen nicht sicher beurthei… ein schwereres Gehirn mit größeren Geistesfähigkeiten, als ein l…

[1]) Eine Reihe solcher Verhältnißbestimmungen finden sich in: Fr. Tiedema… Hirn des Negers mit dem des Europäers und des Orangoutangs verglich… delberg 1837. 4. S. 12. fgg. u. Reid, in R. B. Todd, The Cyclopaedia … tomy and Physiology. Vol. III. London 1843. 8. p. 663.

er Weise verbunden ist. Es unterliegt dagegen keinem Zweifel, ikrocephalie d. h. eine angeborene übermäßige Kleinheit des nd des Gehirns Blödsinn zur Folge hat. Einzelne Menschen, ıngel der Geistesthätigkeiten seit ihren frühesten Kinderjahren ben, besaßen eine auffallend kleine Hirnmasse. Obgleich der s Schädels und des von ihm eingeschlossenen Hirns in dem bedeutend zunehmen kann, so findet man doch, daß nur Ausschwitzungen diese Veränderung bedingen, daß aber das r eigentlichen Nervensubstanz kleiner oder wenigstens nicht gewöhnlich ausfällt. Die Hirne einzelner ausgezeichneterer en umgekehrt ein beträchtliches absolutes Hirngewicht dar-

rn eines gesunden 10jährigen Mädchens wiegt z. B. gewöhnlich etwas mehr Tiedemann fand dagegen nur 540 Grm. für das Gehirn eines blöd- chens von dem gleichen Alter. Hatte jener Forscher 39 Männer, deren ischen das 22ste und das 80ste Jahr stel, geprüft, so erhielt er 1133 bis Ein Blödsinniger von 40 Jahren lieferte dagegen 701 Grm. und einer en 611 Grm. (Vergl. §. 4585.) Das Gehirn von Cuvier wog 1850 Dupuytren 1804 Grm. Diese beiden Männer starben aber an Krank- en Ausschwitzungen das Gewicht der Hirnmasse vergrößert haben konnten. sich vorläufig nicht entscheiden, ob sich einzelne Menschenraçen durch die r Hirnmasse wesentlich auszeichnen oder nicht. Soemmerring u. A. en 1,3 bis 1,5 Kilogr., mithin Zahlen, die denen der Europäer gleichzuste- für erwachsene Neger an. Fohmann und der jüngere Tiedemann n nur 816 Grm. für das Gehirn eines 25jährigen Negers.
ann versuchte noch den Rauminhalt der Schädelhöhle in einer großen Köpfen der verschiedensten Menschenraçen zu bestimmen. Es ergab sich hier- eine von ihnen durch ein beständiges Merkmal besonderer Kleinheit aus- kommen aber allerdings die bedeutenderen Größen in den Kaukasiern und häufiger vor [1]). Die Untersuchungen von Lucae [2]) führen zu einem ähn- isse. Die Schädel des bekannten Schriftstellers Heinse und des Chirur- tomen Bünger nahmen mehr Raum, als irgend einer der untersuchten europäischer Völkerschaften ein. Ein Neger hatte unter diesen den Vor- ıd den genannten Europäern nur wenig nach.

nmerring hob zuerst hervor, daß der Mensch die kleinsten 4566
im Verhältniß zur Masse seines Gehirns besitzt. Es ist nicht ich, daß diese Eigenthümlichkeit nur von der geringeren Breite rischen Primitivfasern und der größeren Zartheit der Hüllen bhängt. Man kann eher annehmen, daß das Gehirn sein t einer größeren Menge eigener Elementartheile verdankt.
roße Gehirn des erwachsenen Menschen wiegt gewöhnlich 950 4567
rm., das kleine 120 bis 190 Grm., das mit den angrenzenden den zusammenhängende verlängerte Mark 20 bis 30 Grm. und mark ebenfalls 20 bis 30 Grm. Wir sehen hieraus, daß die sse ungefähr 6 Mal so viel als die Summe des übrigen cen- enſystems ausmacht.
icht man das große Gehirn mit dem verlängerten Marke und 4568

---

ann, a. a. O. S. 47.
ıcae, Zur organischen Formenlehre. Frankfurt a. M. 1845. 4. S. 31—47.

dem Rückenmarke, so findet man, daß diese letzteren Gebilde einen verhältnißmäßig größeren Umfang in den Säugethieren besitzen. Die Maße des kleinen und des großen Gehirns dagegen führen zu k sicheren Schlüssen, weil der Mensch einzelnen Säugethieren in dieser Sicht nachsteht, den anderen dagegen übertroffen wird.

Das kleine Gehirn des erwachsenen Menschen verhält sich zum großen, wie bis 5 oder, wenn man alle Lebensalter berücksichtigt, wie 1 : 6 bis 9. Die Ma z. B. in dieser Beziehung 1 : 2, der Biber 1 : 3, der Maulwurf 1 : 4½, das 1 : 5, die Katze 1 : 6, das Pferd 1 : 7, der Hund 1 : 8, der Ochse 1 : 9 u Schwein 1 : 14 u. s. w. Man kann daher nicht sagen, daß sich das große Gehirn i Verhältniß zum kleinen stets vergrößert, je wie man in der Reihe der Säugethie vorrückt.

4569 Das Menschengehirn zeichnet sich vor Allem dadurch aus, da Großhirnhemisphären eine beträchtlichere Entwickelung erreichen un kleine Gehirn und die übrigen in der Schädelhöhle gelegenen Gebild centralen Nervensystems bedecken. Die Oliven treten stärker hervor. Brücke gewinnt an Umfang. Die Halbkugeln des kleinen Gehirns n stärker entwickelt und erhalten daher verhältnißmäßig das Ueberg über den Wurmtheil. Die Mittelgebilde des großen Gehirns, wi Balken und das Gewölbe, erreichen hier die größte Ausdehnung. einzelnen Lappen der Großhirnhemisphären dehnen sich mehr aus. werden verhältnißmäßig höher und der Hinterlappen länger und b Das Hinterhorn verlängert sich am beträchtlichsten und die in ihm tretenden Wülste finden hier ihre stärkste Ausbildung. Alle diese S sachen gestatten jedoch noch keine sicheren Schlüsse. Sie beziehen sich auf äußere Formverhältnisse, während die Beschaffenheit der Elem theile und die Wechselwirkung derselben noch gänzlich unbekannt sind.

4570 Willis[1]) und viele spätere Forscher haben ein bedeutendes Gewicht auf die Windungen der Großhirnlappen gelegt. Die Säuge können in dieser Hinsicht keinen Aufschluß geben. Die Windungen nicht bloß einzelnen niederen stehenden Geschöpfen, wie den Beutelth den Zahnlosen und den Nagern, sondern auch manchen Affen, wie Tamarin. In ihren Genüssestätigkeiten keineswegs beschränkte S thiere, wie der Fuchs, der Wolf oder der Hund bieten nach Leu die einfachsten, die Wiederkäuer dagegen zusammengesetztere Wind verhältnisse dar. Die Unebenheiten, welche durch diese bedingt w vermehren zunächst nur die Oberfläche der Hirnmasse. Jene steht weder mit dem Umfange derselben noch mit den Geistesfähigkeiten in wendigem Zusammenhange.

Hat man die innere weiße Masse der Großhirnhalbkugeln des Erwachsenen theilweis entfernt, so läßt sich die übrige Rinde mehr oder minder flächenarm a ten. Baillarger[4]) giebt an, daß diese dann eine Ausdehnung von 1700 D

[3]) Cuvier, a. a. O. Tome II. p. 153. Vergl. auch Jos. et Car. Wenzel, I initiori structura cerebri hominis et brutorum. Tubingae 1812. Fol. Tab. III.
[1]) Th. Willis, a. a. O. p. 294 95.
[2]) Leuret, bei Longet, a. a. O. Tome I. p. 637 — 39.
[4]) Baillarger, in dem Bulletin de l'Academie de Medecine. Tome X. Paris S. Avril. p. 558.

Centimeter einnimmt. Das Menschenhirn besitzt überdieß nach ihm eine weit kleinere Oberfläche in Verhältniß zu seinem Umfange, als das Gehirn der niedereren Säugethiere. Die Entwickelung der Geisteskräfte soll sogar nach ihm eher in umgekehrtem Verhältnisse zu jener Oberflächengröße stehen.

Vergleicht man die Windungen der beiden Großhirnhemisphären 4571
unter einander, so findet man, daß sie immer im Menschen ungleich ausfallen. Dieses wiederholt sich nach Wenzel [1]) in dem Pferde und dem Schweine in geringerem Grade, während der Fuchs, der Wolf, das Kalb, das Schaaf, der Hund und die Katze eine weit größere Uebereinstimmung an beiden Seiten darbieten. Manche Forscher, wie Malacarne, Prochaska, Arnold, glauben sich überzeugt zu haben, daß jene Gebilde in geistreichen Menschen asymmetrischer ausfallen. Dem sei, wie ihm wolle, so ist so viel gewiß, daß das Gehirn eines Cretins oder eines Blödsinnigen Windungsformen, die von denen eines gesunden Menschen selbst bei genauerem Vergleiche nicht unterschieden werden können, zu besitzen vermag.

Die Symmetrie oder Asymmetrie des Schädels gestattet in dieser Hinsicht keine sicheren Schlußfolgerungen. Man findet häufig eine mehr oder minder deutlich ausgesprochene Ungleichheit in den gesündesten und geistvollsten Menschen. Eine große Reihe sorgfältiger, die verschiedensten Menschenracen umfassender Untersuchungen dieser Verhältnisse findet sich in: C. G. Lucae, Zur organischen Formenlehre. Frankfurt a. M. 1845. 4. Seite 49 — 60.

Die schon früher dargestellten Thierversuche deuten klar darauf hin, 4572
daß viele Thätigkeitsarten, die man in dem gewöhnlichen Leben einer gewissen geistigen Berechnung und einem bestimmten Willenseinflusse zuschreibt, ohne Mithilfe des großen und des kleinen Gehirns zu Stande kommen. Es müssen das verlängerte Mark und das Rückenmark einen großen Theil der Erscheinungen, die wir den Instincten und den Trieben zuschreiben, durch das Gegenspiel ihrer Elementargebilde vermitteln können. Es erklärt sich hieraus, weshalb Kranke, die keines geordneten Gedankenganges mehr fähig sind, nichts desto weniger ihren Körper in zweckmäßiger Weise bewegen, und den äußeren Wechselwirkungen passend entgegentreten. Man kann selbst auf diese Weise eher begreifen, weshalb der Gesunde viele seiner Einzelthätigkeiten den richtigen Punkten ohne weitere Ueberlegung zuwendet und warum der Schlaf diese zweckmäßigen Regungen keineswegs unterbricht.

Die Leichenöffnungen bestättigen im Allgemeinen, daß örtlich be- 4573
schränkte, mit keinen anderen Hirnentartungen verbundene Verletzungen des verlängerten Markes und der Brücke die höheren Geistesthätigkeiten nicht nothwendiger Weise trüben. Lähmungen der Empfindung und der Bewegung einzelner Körpertheile, Athmungshinderniſse, Stimmlosigkeit und Schlingbeschwerden traten vorzugsweise im Leben hervor, wenn die Brückengegend örtliche Abweichungen in der Leiche darbot [2]). Eine durchgreifende

[1]) J. et C. Wenzel, a. a. O. p. 23. 21.
[2]) Vergl, z. B. W. Nasse, a. a. O. p. 47 — 49.

Störung des verlängerten Markes tödtet einen Menschen in einigen Augenblicken §. 4512. Es kann vorkommen, daß der Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels, wenn die ihn zurückhaltende quere Bandmasse zerrissen ist, jene nachtheiligen Wirkungen durch Quetschung des verlängerten Markes bedingt. Brüche der Umgebung des Hinterhauptsloches, Verrenkungen des ersten Halswirbels, Blutergüsse führen zu demselben Ziele. Manche Kranke, wie z. B. Brustwassersüchtige oder Herzleidende sterben nicht selten so schnell unter den Merkmalen der Erstickung, daß man hier mit Recht eine durch irgend einen Grund bedingte Lähmung des verlängerten Markes voraussetzen darf (S. 505).

4574 Die bis jetzt vorliegenden Leichenöffnungen haben noch keine sichern Aufschlüsse über die Thätigkeitsbeziehungen der Vierhügel geliefert. Einzelne Forscher, wie Gall, Prolik, Magendie und Lelut glauben bemerkt zu haben, daß der Umfang jener Gebilde überhaupt oder wenigstens der der vorderen Hügel in blinden Menschen abgenommen hatte[2]. Rudolphi[3] fand dann Entartungen der Seh-, nicht aber der Vierhügel. Beispiele, in denen nur diese Theile krankhaft verändert waren, scheinen überhaupt zu den größten Seltenheiten zu gehören. Eine anhaltende Verkleinerung des Sehloches, unstäte Bewegungen der Augen, Trübungen des Gesichts und Wechselkrämpfe der Gliedmaaßen dürften noch am häufigsten die Krankheiten der Vierhügel und der an sie grenzenden Hirntheile begleiten[4].

4575 Obgleich die durchgreifenden Entartungen des kleinen Gehirns häufiger vorkommen, so haben doch die Ergebnisse der Leichenöffnungen noch nicht bestimmen können, ob dieser Theil des centralen Nervensystems irgend eine Gattung der geistigen Wirkungen wesentlich beherrscht oder nicht. Die bis jetzt gemachten Erfahrungen deuten nur an, daß die Sicherheit der Körperbewegungen in den Krankheiten des kleinen Gehirns beträchtlich leidet, daß dagegen das Denken, die Sinnesempfindungen, die Sprache und die Geschlechtsregungen nicht nothwendiger Weise verloren gehen[5].

Combette[6] erzählt einen Fall, in dem das ganze kleine Gehirn vollständig entartet war. Eine dünnflüssige Masse füllte die Hinterhauptsgruben eines 11jährigen Mädchens aus. Eine häutige, gallertige kreisförmige Ablagerung, die durch zwei weiche Stiele mit dem verlängerten Marke verbunden war, fand sich statt des kleinen Gehirns vor. Weiße, von dem Uebrigen getrennte Markmassen, von denen die eine den Rollmuskelnerven der einen Seite aufnahm, lagen in der Nachbarschaft jener Stiele. Die Brücke fehlte gänzlich, ohne daß die entsprechende Nervensubstanz selbst an Umfang abgenommen zu haben schien. Das Kind war geistesbeschränkt gewesen. Es konnte sich erst zu 5 Jahren aufrecht erhalten. Es ging zwar in der Folge ohne Unterstützung, fiel jedoch leicht um. Es sprach undeutlich und trieb häufig Selbstbefleckung. So Vieles hier auch die Ergebnisse der Leichenöffnung zu wünschen übrig lassen, so kann man doch

[1]) Bell, bei Longet, a. a. O. Tome I. p. 403.
[2]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 479.
[3]) Burdach, a. a. O. Bd. III. S. 452.
[4]) W. Nasse, a. a. O. p. 44 — 46. Longet, a. a. O. Tome I. p. 480. 81.
[5]) Vergl. z. B. Longet und Nasse, a. a. O. A. A. Höltzel, De cerebelli compressione. Berolini 1840. 8. p. 10 — 27.
[6]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 764 — 66.

wenigstens aus diesem Falle schließen, daß die Wollustempfindungen die Anwesenheit des ganzen kleinen Gehirns nicht nothwendiger Weise voraussetzen.

Man hat zwar nicht selten beobachtet, daß Blutergüsse, Abscesse oder andere Entartungen, die sich nur auf die eine Kleinhirnhemisphäre beschränkten, mit halbseitigen Lähmungen und zwar oft der entgegengesetzten Körperhälfte verbunden waren. Es kam aber auch vor, daß Entartungen der Art keine solche Kreuzungsverhältnisse darboten oder überhaupt nicht mit deutlichen Lähmungen einzelner Glieder verbunden waren. Berücksichtigt man die Sinnesempfindungen und die höheren Geistesthätigkeiten, so findet man ähnliche Widersprüche. Die Krankheitslehre ist überhaupt noch nicht im Stande, die Abweichungen des kleinen Gehirns von denen mancher anderen Bezirke des centralen Nervensystems durch sichere, am lebenden Menschen erkennbare Merkmale mit irgend einem Grade von Zuverlässigkeit zu erkennen [1]).

Serres [2]) hat einen Fall angeführt, in dem sich ein Mann im Anfange seiner Krankheit nach links drehte. Das linke Bein hatte seine Bewegungsfähigkeit, nicht aber seine Empfindlichkeit kurze Zeit darauf verloren. Die Leichenöffnung ergab dann, daß die Gegend, in welcher der rechte Kleinhirnschenkel in die entsprechende Kleinhirnhemisphäre eintritt, durch Ausschwitzungen größtentheils zerstört war. Gavarret und Longet [3]) fanden, daß eine Balggeschwulst den rechten mittleren Kleinhirnschenkel eines Schaafes zusammendrückte. Das Thier hatte sich im Leben nach links gedreht.

Die Zerstörung des einen Großhirnschenkels scheint die Empfindung 4576
und die Bewegung der Glieder und selbst die Muskelthätigkeit der Gesichtshälfte der entgegengesetzten Seite aufzuheben. Es frägt sich dagegen, ob die Zungenbewegungen gestört sind oder nicht. Das Denken leidet nicht nothwendig unter jenen Verhältnissen [4]).

Wir haben schon §. 4431 gesehen, daß die halbseitigen Lähmungen 4577
der Glieder, die vorzüglich nach Schlaganfällen zurückbleiben, mit Entartungen des Bezirkes des gegenüberstehenden Sehhügels oder der Nachbarschaft desselben verbunden zu sein pflegen. Führt auch die Prüfung mit freiem Auge zu dem Ergebnisse, daß sich die Abweichung auf den Sehhügel allein beschränkte, so kann doch im Leben nicht bloß der Arm, sondern auch der Fuß seine Fähigkeit, dem Willensbefehle zu gehorchen, eingebüßt haben. Lähmungen der Rumpfmuskeln, Blindheit oder Bewußtlosigkeit begleiten nicht nothwendiger Weise diesen Krankheitszustand. Die Störungen der Bewegungswerkzeuge der Rumpfglieder und zum Theil des Antlitzes treten hier im Allgemeinen häufiger, als in den Leiden anderer einzelner Großhirntheile hervor.

Halbseitige Lähmungen der Glieder, des Antlitzes und der Zunge 4578
verbinden sich nicht selten mit sichtlichen Entartungen des entgegengesetzten Streifenhügels und der Umgebung desselben [5]). Berücksichtigt man die bis jetzt vorliegenden Leichenöffnungen, so kann man nicht behaupten, daß hierbei die Füße stärker als die Arme leiden. Drehbewegungen oder unwillkührliches Vorwärtsgehen kamen hier nicht vor. Der Geruch, das

---

[1]) Vergl. Burdach, a. a. O. Bd. III. S. 436 fgg. Longet, a. a. O. Tome I. pag. 735 fgg. W. Nasse, a. a. O. p. 52 — 62. Toulmouche, in der Gazette médicale de Paris. Tome XIII. Paris 1845. 4. Nro. 29. p. 449 — 56.
[2]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 452. 53.
[3]) Longet, a. a. O. Tome I. p. 455.
[4]) W. Nasse, a. a. O. p. 46. 47.
[5]) Vergl. z. B. J. H. Bennett, Pathological and Histological Researches on the Inflammation of the Nervous Centres. Edinburgh 1843. 8. p. 4 fgg.

Geſicht, das Gehör oder die Geiſtesfähigkeiten brauchen nicht nothwendi-
ger Weiſe geſtört zu ſein.

Die Wülſte, die in dem Hinterhorne und dem Unterhorne liegen, wie die Vog
klaue, die ſehr unbeſtändige Seitenerhabenheit [1]), das Widderhorn und die gezahnte Lei
ſind in den bis jetzt vorgenommenen Leichenöffnungen nur ausnahmsweiſe berückſich
worden. J. und C. Wenzel [2]) fanden, daß die Widderhörner eines Geiſteskranken ſe
klein waren und daß die eines melancholiſchen Menſchen eine ungleiche Größe an bei
Seiten darboten. Das rechte Ammonshorn einer am Pellagra leidenden und ſehr g
ſtesbeſchränkten alten Frau war mit dem Dache des Unterhornes verwachſen. Da
Widderhörner in den Säugethieren, wenn auch nicht in den niedereren Wirbelthie
angetroffen werden, ſo dürfen wir mit Recht vermuthen, daß ſie einer der höheren, d
Menſchen eigenthümlichen Geiſtesfähigkeiten nicht ausſchließlich vorſtehen. Es frägt
dagegen, ob nicht die Unebenheiten, die vorzüglich dem Hinterhorne angehören, eine g
ßere Bedeutung beſitzen. Da ſie in den einzelnen Menſchen vielfach wechſeln, ſo wäre
denfalls wünſchenswerth, daß ſie in Vergleich zu den geiſtigen Anlagen der Verſt
benen genauer geprüft würden.

4579 Eine unvollkommene Entwickelung des Balkens ſchließt wenigſte
nicht die Geiſtesthätigkeiten, die zu den gewöhnlichen Lebensbeſchäftig
gen nöthig ſind, aus [3]). Die bis jetzt bekannten Fälle, in denen der Ba
ken urſprünglich mangelte oder durch ſpätere Krankheiten zerſtört word
war und zu denen ſich meiſtentheils Geiſtesſchwäche und Betäubung g
ſellt hatten, können keinen Aufſchluß geben, weil noch andere Hirngebi
gleichzeitige Abweichungen dargeboten hatten.

Man hat häufig ſeit Zinn die Anſicht ausgeſprochen, daß der Balken und
Commiſſuren überhaupt die Thätigkeiten zweier paariger Hirntheile zu einer Einh
verbinden. Da jene Maſſen aus weißem Marke beſtehen, ſo kann man mit Recht v
muthen, daß ſie eine Verbindungsbrücke entfernter grauer Kerne darſtellen. Es iſt a
hierdurch für ihre phyſiologiſche Deutung wenig gewonnen, ſo lange man nicht die The
zu denen ſie gehören, und die Art, wie ſie auf jene wirken, genauer kennen gelernt h
Man darf jedenfalls vorausſetzen, daß ſie nur gewiſſe einzelne Hirnorgane beherrſch
Dieſes erhellt ſchon daraus, daß eine Brücke grauer Maſſe hinreicht, um Uebertrag
gen möglich zu machen. Beſondere weiße Commiſſuren waren zu dieſem Zwecke n
nothwendig, wenn nicht noch eigene Nebenabſichten erreicht werden ſollten. Der B
ken kann am Eheſten gegen die gewöhnliche Vorſtellung, die man ſich von dem Nu
der Commiſſuren macht, zeugen. Er ſollte die geiſtigen Wirkungen der beiden Gr
hirnhemiſphären zu einer Einheit verknüpfen. Wir werden aber ſogleich ſehen, daß
Thätigkeit einer Halbkugel zu allen gewöhnlichen geiſtigen Wirkungen hinreicht und
Beihilfe des Balkens in dieſer Hinſicht nicht gefordert wird.

4580 Es kommt nicht ſelten vor, daß die eine Hälfte des großen oder k
kleinen Gehirns und zwar in der Regel die linke [4]) eine beträchtlich
Maſſe beſitzt. Männer ſcheinen dieſen Fehler häufiger, als Frauen da
zubieten. Man kann nicht behaupten, daß er nothwendiger Weiſe m
Geiſtesbeſchränktheit verbunden iſt.

---

[1]) K. G. Jung, Ueber die ſeitliche Erhabenheit in dem Lateral-Ventrikel des mens
lichen Gehirns. Basel 1844. 4. S. 11 fgg.
[2]) J. et C. Wenzel, a. a. O. pag. 142. 43.
[3]) J. Paget, in den Medico-chirurgical Transactions. Vol. 29. London 1846.
pag. 55 — 73.
[4]) H. Demme, Ueber die ungleiche Größe beider Hirnhälften. Würzburg 1831.
Seite 121. 22.

Die ärztlichen Erfahrungen haben häufig gelehrt, daß nicht unbedeu- 1581
tende Mengen einer oder beider Großhirnhalbkugeln verloren gehen können, ohne daß die geistigen Kräfte wesentlich leiden. Ausgedehnte Zerstörungen der beiden Hemisphären, Entartungen, welche die Hirnmasse in weiteren Bezirken einschränken, führen in der Regel zu Blödsinn oder zu ähnlichen Krankheiten. Es kann dagegen der größte Theil der einen Großhirnhemisphäre zu Grunde gegangen sein, ohne daß die geistigen Regungen aufhören. Ein 29jähriger Mann z. B. litt von frühester Kindheit an an Lähmung der linken Körperhälfte. Seine Geisteskräfte waren nicht im Geringsten gestört. Nachdem er schwindsüchtig gestorben war, zeigte es sich, daß eine dünne Flüssigkeit die Hauptmasse der rechten Großhirnhalbkugel ersetzte. Der rechte Streifenhügel bot keine Abweichung dar. Der rechte Sehhügel dagegen war verkümmert und verhärtet. Die Pyramiden, die Oliven und die Vierhügel nahmen rechts einen geringeren Umfang, als links in Anspruch [1]). Ein zweiter ähnlicher, von Romberg [2]) beobachteter Fall dagegen war mit Geistesschwäche verbunden.

Man hat sich hin und wieder bemüht, die Bedeutung der einzelnen Hauptlappen, in welche die Großhirnhemisphären zerfallen, durch die am Krankenbette und auf dem Leichentische erhaltenen Ergebnisse zu bestimmen [3]). Es mußten hierbei die Beziehungen zu den Geistesthätigkeiten vorzugsweise in Betracht kommen. Die meisten Erfahrungen aber, die man zum Grunde legt, betreffen nur einseitige Hirnverletzungen, die keinen sicheren Maaßstab, wie wir schon gesehen haben, liefern. Wir dürfen überdieß nicht vergessen, daß wir die Tragweite der Wirkung einer örtlichen Erweichung, eines Bluterguss es oder einer Geschwulst nicht zu bestimmen vermögen. Man kann nur so viel behaupten, daß die Vorderlappen keineswegs ausschließlich die geistigen Fähigkeiten bestimmen, daß ihnen die Mittel- und die Hinterlappen in dieser Hinsicht nicht nachstehen.

Manche Forscher haben angenommen, daß die Fähigkeit, die Sprachwerkzeuge gehörig zu gebrauchen, von den Vorderlappen des großen Gehirns abhängt. War nämlich z. B. eine Kugel zu der einen Schläfe eingedrungen und zur anderen herausgetreten und hatte sie auf diese Weise die beiden Vorderlappen durchsetzt, so konnte der Verwundete Alles, was man mit ihm sprach, hören. Er war aber nicht im Stande, seinen Empfindungen Worte zu geben. Er mußte sie vielmehr durch Gebärden ausdrücken. Prüft man die Krankengeschichten, die zu Gunsten jener Ansicht angeführt werden, genauer [4]), so findet man, daß sie schon an und für sich zur Begründung des Ganzen nicht genügen, weil sie keine irgend beständige Merkmale liefern. Lassen wir aber auch dieses bei Seite, so kommen Fälle vor, in denen die Vorderlappen des großen Gehirns in beträchtlichem Umfange verletzt waren, ohne daß die Geisteskräfte, das Wortgedächtniß oder die Sprache gelitten hatten. Ein alter Mann, dessen rechter Vorderlappen eine umfangreiche Krebsgeschwulst enthielt und dessen linker in ähnlicher Art theilweise erkrankt war, bot sogar einen hohen Grad von Geschwätzigkeit dar [5]). Ein junger Mensch hatte umgekehrt die Worte vergessen, obgleich weder der vordere, noch der hintere, sondern der mittlere Lappen der linken Seite und die Hirnhäute Tuberkelgeschwülste enthielten [6]).

---

[1]) Longet, a. a. O. Tome I. pag. 669.
[2]) E. Henoch, De atrophia cerebri. Berolini 1842. 4. p. 24 — 26.
[3]) W. Nasse, a. a. O. p. 17 — 32. Vgl. auch C. F. Burdach, a. a. O. Bd. III. S. 489 fgg.
[4]) Bonnafont, in den Mémoires de Médecine et Chirurgie militaires Tome 60. p. 210 — 20. Haspel, in der Gazette des Hospitaux. Tome IX. Paris 1847. Fol. Janv. p. 42. 43. und Bouillaud, in dem Bulletin de l'Académie nationale. Tome 13. Paris 1848. p. 696 — 808.
[5]) Velpeau, in dem Bulletin général de Thérapie. Tome XXIV. Paris 1844. p. 219.
[6]) Gazette des Hospitaux. Tome VII. Paris 1845. Fol. Mars p. 145. Vergl. auch Kemmeres, in der Gazette méd. de Paris. 1848. p. 459.

Da eine Hälfte des großen Gehirns zur Vermittelung der Geistesthätigkeiten hinreicht, so dürfen zum Theil Holland [1]) und vorzüglich Wigan [2]), daß jede der beiden Hemisphären auch in dem unverletztem Zustande für sich thätig sei. Sie suchten auf diese Weise zu erklären, wie zwei verschiedene Gedanken einen Menschen gleichzeitig beschäftigen können. Die Erfahrung war bis jetzt nicht im Stande, diese Vermuthung mit Sicherheit zu bestätigen.

4582 Wir haben schon §. 4397 gesehen, daß eine übermäßige Menge von Wasser, das sich in den Hirnhöhlen angesammelt hat, die Thätigkeiten des Gehirns wesentlich beeinträchtigt. Ergüsse der Art kommen im Menschen, die an einem Schlaganfalle, an Hirnentzündung, an Nervenfiebern oder an ähnlichen Krankheiten zu Grunde gegangen sind, häufig vor. Sie gesellen sich oft zu anderen Hirnleiden, zu Geschwülsten oder Erweichungen zu den Störungen welche die fallende Sucht bedingen, hinzu. Sie folgen nicht selten den mit Hirncongestionen verbundenen Krämpfen der Kinder. Hat der Erguß eine gewisse Größe erreicht, so verräth er sich durch Erweiterung der Sehlöcher der Augen, durch Lähmung der Sinneswerkzeuge, durch Bewußtlosigkeit und bisweilen durch Störungen der Bewegungsfähigkeiten, durch Blässe der Haut, Ausdruckelosigkeit des Antlitzes und nicht selten in Kindern durch übermäßige Schweiße. Man kann mit Recht vermuthen, daß diese Erscheinungen von den mit den Wasserergüssen verbundenen Abweichungen der Molecularverhältnisse des Gehirnes herrühren.

4583 Die Entwickelungszustände der Leibesfrucht können schon die übermäßige Anhäufung von Flüssigkeiten und deren nachtheilige Wirkungen begünstigen. Das Gehirn bildet im Anfange eine Reihe von hohlen Bläschen deren Inneres mit einer flüssigen Masse angefüllt ist. Die Nervensubstanz setzt sich nach und nach an den Wänden ab, und beengt auf diese Weise die Hohlräume. Es bleiben nur zuletzt die schmalen Hirnhöhlen übrig. Denken wir uns aber, daß sich die ursprüngliche verhältnißmäßige Menge der Flüssigkeit krankhafter Weise behauptet, so wird schon hierdurch die Nervenmasse beeinträchtigt werden. Die verschiedenen Mißbildungen, die am Ende zu Hirnmangel führen, deuten an, daß sich die Flüssigkeit unter regelwidrigen Verhältnissen absolut vergrößern und daß sie die Hirnmasse selbst zerstören kann.

Wir finden einzelne Fälle von Wasserkopf, in denen der Umfang des Gehirns und des Schädels beträchtlich zugenommen hat. Große Hohlräume sind dann mit Flüssigkeiten angefüllt. Sie werden von dünnen Hirnwänden begrenzt. Schreitet diese Entartung weiter fort, so erhalten wir einen Wassersack, der selbst die Ausbildung des Schädels hemmt. Besteht endlich die ganze Blase, so haben wir diejenige Mißbildung, welche man mit dem Namen der Anencephalie, der Hirnlosigkeit, des Katzenkopfes bezeichnet. Das große und das kleine Gehirn mangeln größtentheils oder gänzlich. Einzelne Hautstücke sind statt des Schädeldaches und des oberen Theiles der Hirnhaute vorhanden. Die Augen treten kugelig hervor, weil das Dach der Augenhöhle zu niedrig ist. Spaltungen der Wirbelsäule gesellen sich häufig hinzu. Ist noch das Rückenmark mit dem verlängerten Mark verbunden, so können diese Geschöpfe einige Zeit nach der Geburt leben. Sie sterben aber meistentheils nach 1 bis 18 Stunden, selten später. Die Erzählungen, nach denen Kinder trotz der völligen Abwesenheit des verlängerten Markes geathmet haben, gehören wahrscheinlich in das Reich der Fabeln.

[1]) H. Holland, Bemerkungen und Betrachtungen aus dem Gebiete der Medicin. Uebersetzt von J. Wallach. Heidelberg u. Leipzig 1840. 8. Abth. I. S. 167—84.
[2]) Wigan, The Duality of the Mind. London 1844. 8.

Man sieht leicht, daß der innere Wasserkopf schon im Fötusleben ent- 4584
stehen kann. Die Ergüsse hemmen dann die Ausbildung einzelner Hirntheile. Die Streifenhügel, die Sehhügel treten dabei nicht selten unvollkommener hervor. Die Mark- und die Rindenmasse des Gehirns bieten einen geringeren Umfang dar. Es können sich aber auch beträchtliche Wassererergüsse im Kindesalter erzeugen. Stumpfsinn folgt dann in der Regel nach. Lähmungen oder wenigstens beträchtliche Störungen der Bewegungsverhältnisse pflegen jene Entartungen zu begleiten. So oft auch die geistigen Fähigkeiten leiden, so stößt man doch bisweilen auf wesentliche Ausnahmen. Es ist mir z. B. ein Fall bekannt, in dem ein 12jähriger wasserköpfiger Knabe an den Gliedern gelähmt war. Seine Geistesfähigkeiten blieben aber noch so rege, daß man sich vollständig mit ihm unterhalten konnte.

Personen, die in ihrer Kindheit blödsinnig geworden, besitzen häufig 4585
keinen Schädel von sehr großem Umfange. Während er in den Wasserköpfen an einzelnen Stellen knorpelig bleibt und an anderen nur seine Knochenwände darbietet, finden wir hier eher das Gegentheil. Die Fontanellen verknöchern bisweilen früher, als sonst. Der feste Schädel hindert jede übermäßige Ausdehnung. Die Leichenöffnungen ergeben später, daß dessenungeachtet innere Hirnwassersucht vorhanden war. Erweichungen einzelner Stellen des Gehirns, Hydatidenbildungen in den Adergeflechten und andere Entartungen können sich hinzugesellen. Die sogenannten Cretins und Halbcretins liefern häufig genug die mannigfachsten Belege für diese Gattung von Entartungen.

Da der Name des Cretins für die verschiedenartigsten, aus den Kinderjahren stammenden Formen des Blödsinnes gebraucht wird, so müssen auch die Ergebnisse der Leichenöffnungen in hohem Grade wechseln. Vergleicht man die älteren, von Thieme [1]) zusammengestellten Angaben, so waren Wasserergüsse an der Oberfläche des Gehirns oder in den Hirnhöhlen in den von Ypsthofen und Seiler, Schiffner, Autenrieth und Laubreiß untersuchten Cretins vorhanden. Stahl [2]), welcher viele Erfahrungen nach eigenen und fremden Untersuchungen zusammengestellt hat, findet als Endergebniß, daß die Schädelverhältnisse eine große Reihe verschiedener Abweichungen in Form, Größe, und Bau darbieten können. Die Knochen des Schädels haben häufig ihre Diploe an einzelnen Stellen verloren oder eine auffallende Dicke angenommen. Die Kranz- und die Pfeilnath verwachsen bisweilen. Es kommt umgekehrt vor, daß überzählige Zwischenknochen vorhanden sind, oder daß die Verknöcherung nicht vollständig durchgegriffen hat. Die Knochenfortsätze, vorzüglich der Zitzenfortsatz bleiben verkümmert. Man findet seltener, daß einzelne Durchmesser des Schädels auffallend klein und andere größer ausfallen. Ein flacher zusammengedrückter Schädel mit breiter oder hoher Gesichtsbildung kommt häufiger vor. Die Zuckerhutform scheint sparsam aufzutreten. Der innere Wasserkopf höherer Grade verräth sich oft durch das Uebergewicht des Schädeltheiles über den Gesichtstheil des Kopfes. Die Räume für das Gehirn, vorzüglich für die vorderen und die hinteren Großhirnlappen, bieten zahlreiche Abweichungen in Größe und Lage dar. Man bemerkt nur in seltneren Fällen, daß das Gehirn im Ganzen an Umfang abgenommen hat. Eine Verkümmerung einzelner Theile, vorzüglich der vorderen oder der hinteren

[1]) O. Thieme, Der Cretinismus. Eine Monographie. Weimar 1842. 4. S. 18 — 21.
[2]) K. Stahl, in den Verhandlungen der k. Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher. Bd. XXI. Bonn 1845. 4. S. 347 — 68 und Neue Beiträge zur Physiognomik und pathologischen Anatomie der Idiotia endemica (genannt Cretinismus). Erlangen 1848. 4. S. 68 fgg.

Gehirnlappen läßt sich häufiger nachweisen. Wasserergüsse in den erweiterten Hirn
len oder Erweichungen an einzelnen Stellen der Oberfläche sind in den meisten F
vorhanden. Das große Gehirn überdacht bisweilen nicht das kleine vollständig. Is
Hinterhauptsloch verengt, so kann das verlängerte Mark bandartig verdünnt erschei

Ich habe bis jetzt drei Gehirne von sogenannten Cretins zu untersuchen Gele
gehabt. Diese Fälle zeigten keine wesentliche Abweichung der äußeren Oberfläche.
Halbkugeln des großen Gehirns besaßen ihre gewöhnlichen, an beiden Seiten uns
in ihre Windungen. Die Blätter des kleinen Gehirns waren in reichlicher Menge
handen. Alle drei Fälle verriethen aber deutlich, daß die Cretins an innerer G
wässersucht gelitten hatten.

Das Gehirn eines 2jährigen Knaben, dessen Stumpfsinn schon zur Zeit der
Geistesentwickelung bemerkt worden war, wog 407 Grm., nachdem es einige 3
Weingeist gelegen hatte. Das vergleichungsweise geprüfte Weingeistgehirn eines
jährigen Kindes wog 405 Grm. Das Vorderhorn des großen Gehirns schien
Anwesenheit darzubieten. Das Hinterhorn zeigte dagegen jederseits eine auffa
Größe. Es reichte bis nahe an das Ende des Hinterlappens und bot keine Wöl
gend einer Art dar. Die obere Hälfte des Unterhornes nahm an der Erweiterung
falls Theil. Die Streifenhügel, die Sehhügel, die Ammonshörner und die Fü
waren scharf ausgesprochen.

Die Hinterhörner eines zweiten Cretins hatten einen ungewöhnlich großen U
Sie reichten sehr weit nach hinten. Die Gegend des linken Streifen- und Seh
war größtentheils erweicht. Der Schwanz des Streifenhügels lag wie frei präp
der verflossenen Nachbarmasse da.

Jede der beiden Seitenhöhlen einer 12jährigen Cretine hatte einen auffallend
Umfang. Die Dünne der inneren Hirnwand und die Leichtigkeit, mit der man
rückschlagen konnte, erinnerte in mancher Hinsicht an embryonale Verhältnisse.
Vorderhorn dehnte sich in einen langen Blindsack nach vorn und das sehr weite H
horn nicht minder nach hinten aus. Das ebenfalls vergrößerte Unterhorn schi
Ganzen regelrecht zu verlaufen. Da ich das Gehirn in Branntwein zugesandt e
und der Balken und das Gewölbe auf der Reise eingerissen waren, so konnte i
sämmtlichen Beziehungen der dritten Hirnhöhle nicht sicher beurtheilen. Die s
Wassercisterne hatte dagegen eine beträchtliche Weite. In der Mitte des kleinen G
fand sich ein eigener Ventricularraum vor. Die Streifenhügel erschienen klein und
die etwas stärkeren Sehhügel niedrig, die Vierhügel dagegen groß und im Ganzen
recht. Die Ohren traten noch stark hervor. Die linke hatte einen starken Neben
welcher der rechten fehlte. Das Weingeistgehirn wog 580 Grm.

Die Schädelformen der Cretins, die ich zu beobachten Gelegenheit hatte, wec
in verschiedenem Grade. Zuckerhutgestalten kommen jedenfalls seltener vor. Ma
merkt dagegen häufig, daß besonders der Mittelheil des ungefähr kugeligen Schädel
lich verhältnißmäßig aufgetrieben ist. Der Hinterhauptstheil scheint in anderen
beträchtlicher hervorzustehen. Die Angabe, daß das zerrissene Loch hier, wie im
sinnigen an Umfang abnehme, bedarf noch sehr der Bestätigung.

Da die Hirngebilde viele körperliche Thätigkeiten eben so gut, als die geistige
genschaften bestimmen, so kann es nicht befremden, daß beide Gattungen von Wir
kreisen in den Cretins leiden. Unglückliche der Art, die noch gröbere Arbeiten ver
können bewegen sich in der Regel auf eine sogleich in die Augen fallende eigenthü
Weise. Es fehlen die Sicherheit und die Anmuth, welche die Haltung des geis
tigen Menschen begleiten. Der Körper schreitet schwerfällig fort. Er schwankt
pendelartig von einer Seite zur anderen. Die Füße fallen oft wie schwere Ge
herab. Die Arme folgen dem Wechsel des Schwerpunktes passiv nach. Der Kopf
sich in Einzelnen umstat nach vorn. Andere halten ihn zwar aufrecht, allein die
Stellung verräth die Gleichgültigkeit, die aus der Geistesbeschränkung hervorgeht
kommt seltener vor, daß Halbcretins ihren Kopf aufrecht tragen, und scheinb
Stolz, von dem aber ihr spärlich erleuchtetes Innere Nichts weiß, einherschreiten.
sich ihr Körper krankhaft entwickelt, so bemerkt man sogleich die Unregelmäßigkeit
Kopfbildung, die affenartige scheinbare Länge ihrer Arme, die Verkrümmung ihrer
und die meist regelwidrige Haltung ihres Oberkörpers.

Der Gesichtsausdruck leitet am Sichersten in den niederen Graden des Cr

nus. Das geistlose Auge, die erschlafften Züge und die Ruhe des Mienenspieles verrathen bald die Geistesarmuth, die dem bisweilen nicht mißgebildeten Körper eigen ist. Haben bedeutendere Gehirnfehler den Organismus tiefer erschüttert, so sind es vorzugsweise die Kopfgebilde, die dem ganzen Menschen etwas Abschreckendes verleihen. Die wulstigen Lippen, der weite Mund, die schlechten Zähne, das Uebergewicht des Gesichtes oder der Kiefer, die vorspringende mit knolligem Untertheile versehene Nase, die kleinen, nicht selten schief geschlitzten Augen, der stiere Blick, das blasse, oft faltenreiche nichtssagende Angesicht, die niedere zurückweichende Stirn, der spitze oder unregelmäßig gebildete Schädel, das struppige unordentliche Haar liefern ein Gesammtbild, das eher Widerwillen, als Mitleid erregt. Können noch Geistesregungen durch Mienenspiele ausgedrückt werden, so fehlt das gehörige Maaß, welches die wahre Anmuth erzeugt. Die Freundlichkeit artet daher in ein unangenehmes grinsendes Lachen, der Zorn in eine thierische oder in eine ausdruckslose Gesichtsverzerrung aus. Es ereignet sich auch, daß das Antlitz einen Zug von Tücke, von Trübsinn oder von Stolz fortwährend zu bewahren scheint, obgleich diese Geistesregungen selten oder nie wahrhaft vorhanden sind. Manche nehmen eine glückselige Miene an, als hätte sie die Unfähigkeit der Geistesthätigkeit von den Leiden, welche diese mit sich führt, völlig befreit.

Sprachmängel treten schon in den Anfängen des Cretinismus häufig hervor. Menschen, die noch der Gesellschaft dienen können, welche die geistigen Arbeiten nur schwerfälliger, als Gesunde verrichten, reden oft lallend und undeutlich. Es ereignet sich bisweilen, daß sich Jünglinge der Art geschlechtlich nur unvollkommen entwickeln und daß daher eine feine, leicht überspringende Stimme den Fehler vergrößert. Ein rauher heiserer Klang der Töne findet sich in Anderen vor. Halbcretins, die noch Landarbeiten und ähnliche Dienste verrichten können, sprechen oft so undeutlich, daß sie nur von ihren Verwandten verstanden werden. Man bemerkt bald, daß die Zunge die gewöhnliche Beweglichkeit nicht besitzt. Die Anstrengung, die das Reden verursacht, bedingt häufig eine lebhaftere Aussonderung der Mundflüssigkeiten, welche die lallende Zunge in reichlichem Maaße umspülen. Höhere Grade des Cretinismus sind mit Sprachlosigkeit und oft mit Taubstummheit verbunden. Die Kranken können höchstens einzelne unvollkommene und widerliche Laute hervorstoßen.

Die Augen scheinen unter allen Sinneswerkzeugen am Wenigsten zu leiden. Sie rollen nur in seltenen Fällen unstät umher. Es kann die geistige Verarbeitung des Gesehenen mangeln. Es kann sich ereignen, daß Cretins mit besonderer Vorliebe in die Sonne starren. Allein Fehler der Sehorgane selbst gehören nicht zu den eigenthümlichen Merkmalen des Cretinismus. Man bemerkt dagegen häufig, daß solche Unglückliche für Gerüche gleichgültig sind, daß sie durch ihre Unreinlichkeit nicht belästigt werden oder selbst mit einem gewissen Wohlgefallen im Schmutze wühlen. Eben so verzehren sie oft die widerlichsten Gegenstände oder Dinge, die gar keinen eigenthümlichen Geschmack besitzen. Man kann jedoch nicht behaupten, daß das Geschmacksvermögen immer erloschen ist. Menschen, die schon an einem hohen Grade von Cretinismus leiden, können noch deutlichen Widerwillen bei der Einnahme bitterer Körper verrathen. Sie besitzen in der Regel ein sehr stumpfes Tastgefühl und ertragen Verwundungen aller Art mit auffallender Gleichgültigkeit. Es ereignet sich sogar, daß fast thierische Cretins Glasscherben in den Schuhen zu tragen lieben oder sich durch häufige Verbrennungen nicht stören lassen, die wärmsten Stellen des Ofens aufzusuchen.

Die höchsten Grade des Cretinismus sind mit fast völliger Unthätigkeit des Geistes verbunden. Das unglückliche Geschöpf liegt in seinem Schmutze, auf dem Lager, das durch seinen Harn und seinen Koth fortwährend verunreinigt wird, ruhig da. Es verlangt selten nach Nahrung, muß häufig von fremder Hand, gleich einem hirnlosen Wesen gefüttert werden und kennt nicht die Menschen, die es in seinem hilflosen Zustande erhalten. Grinsen oder Weinen bezeichnen höchstens die unangenehmen Gefühle, welche das unglückliche Geschöpf hin und wieder heimsuchen. Ist auch die geistige Kraft in anderen Fällen weniger tief gesunken, so fehlen doch alle höheren Regungen. Trägheit und Unbehilflichkeit verrathen sich selbst in dem beschränkten Denkkreise, der noch dem Menschen gestattet ist. Furcht und Mißtrauen begleiten häufig alle seine Entschlüsse und ein gewisser Grad von Tücke viele Handlungen, die er unbemerkt einzuleiten sucht.

Die Nahrungseinnahme und die Geschlechtsthätigkeit erreichen bisweilen eine bedeutende Höhe selbst in den verkümmertesten Geschöpfen. Cretinen werden nicht selten ge-

[illegible] ohne daß sie sich in der Folge des Beischlafes erinnern oder den Vater [illegible] angeben können. Eine große Geilheit, verbunden mit einem auffallenden [illegible] des männlichen Gliedes kommt bisweilen in männlichen Cretins vor. Jede [illegible] Geschlechtsakt macht hin und wieder Selbstbefleckung.

Die Cretinenschädel können die größten Verschiedenheiten darbieten. Bei [illegible] ausgebildet und verkrümmt, so findet man sie häufig in hohem Grade [illegible]. Es kommt aber auch das Umgekehrte vor. Es ist mir z. B. ein Fall bekannt, wo ein mit einem auffallend großen Kopfe versehener Cretin, der, an seinem [illegible] gemessen werden mußte und dessen geistige Fähigkeiten gänzlich darnieder lagen, nur das mittlere Maß erreicht hatte. Der Vater desselben war ein [illegible] Mann gewesen. Halbcretins, die noch zu bürgerlichen Beschäftigungen [illegible] können, haben oft kräftige Glieder. Sie zeigen dagegen die blödesten [illegible] in anderen Fällen.

Es ergibt sich aus dem oben Dargestellten, daß man die Formen des Blödsinns, die als [illegible] Mißverhältnisse des frühesten Kindesalters hervorgegangen sind, nicht [illegible] oder gar nicht zum Cretinismus rechnen sollte. Läßt man [illegible] in Folge [illegible] nur diejenigen Abweichungen, die von angeborenen [illegible] oder frühzeitigen Entwickelungen des Hirns in den Kinderjahren [illegible] bedingt werden. Diese Arten des Cretinismus erben sich häufig [illegible] fort. Hat ein blödsinniger Vater ein kränkliches Kind trotz einer gesunden Mutter [illegible], so findet etwas Aehnliches bei dem Cretinismus Statt. Es [illegible] sich hieraus, daß das eine Glied der Eltern nur in geringem Grade [illegible] ist und nicht sehr wenige ganze Reihen von cretinartigen Geschöpfen [illegible] in einem Staate aus jener unglückseligen Verbindung hervorgehen.

Man [illegible] sich nun wieder bemüht zu haben, daß Eltern, die während der [illegible] Monate [illegible] Kinder erzeugen. Sollte sich diese Angabe [illegible] als [illegible] in den [illegible] Gebirgsgegenden, in denen der Cretinismus [illegible] ist, wo [illegible] Branntwein genossen wird, liefern die [illegible] Cretins. Da Herz und der Kopf in Gebirgsthälern häufiger verkrüppelt [illegible] als in der Ebene, so ist die Verkrüppelung als ein nothwendiger Begleiter des Cretinismus [illegible]. Man kann sich aber nicht überzeugen, daß dieses nicht der Fall [illegible].

1366 Obgleich die Anwendung des Gesetzes mit der Entwickelung der [illegible] in innigster Beziehung steht, so fehlt doch noch jeder sichere [illegible] um dieses Wechselverhältniß in seinen Einzelheiten zu [illegible]. Der Kopf eines gesunden Menschen kann freilich von dem [illegible] Mißverhältnissen mit Leichtigkeit unterschieden werden, [illegible] die Gesammtmaße gewöhnlich in den Vordergrund treten. Vergleichen wir aber die äußeren Gegenstände, so haben wir kein Merkmal, [illegible] man die anatomischen Verhältnisse auf die möglichen Thätigkeiten [illegible].

[illegible] Schädel in der Anlage und den Körperverhältnissen zu beobachten [illegible] daß die [illegible] Schwierigkeiten solche auf diesem Gebiete auftauchen [illegible]. Die Schädelmessung, die Anthropologie und die Cranioskopie [illegible] Resultate [illegible].

[illegible] daß der Cretinismus nicht Regungen des [illegible] Die Blöße des Cretinen kann auch ein minder geübtes Auge [illegible] Es ist nicht [illegible] Beobachtung nöthig, daß gewisse [illegible] [illegible] Cretinismus in dem Antlitze hinterlassen. Es [illegible] [illegible] Fleisch [illegible] Verknöcherungen oder den unabänderlichen [illegible] [illegible] [illegible] Augen, der [illegible] Kopf [illegible]. Der Cretinismus nimmt nicht selten eine eigenthümliche [illegible] an. Da der verschiedene Boden eigene Gesteinsbildung zeigt, [illegible] sich [illegible] Gebirgsbildung auch in dem Menschen ab. So mehr dieses alles ist, so

sich solche Verhältnisse zu einer wissenschaftlichen Auffassung. Da der Eindruck
r dem Gesammtbilde abhängt, da man die Einzelheiten, aus denen er hervorgeht,
e sicheren Grundlagen zurückführen kann, so fehlt auch der Boden, auf dem eine
wissenschaftliche Forschung fußen könnte. Es hängt hiermit zusammen, daß der
omische Ausdruck mehr Gefühls- als Verstandessache ist, daß die Einbildungs-
n größten Spielraum auf diesem Gebiete gewinnen kann und daß häufig genug
eile verschiedener Menschen in hohem Grade abweichen. Hierzu kommt noch,
die Typen der Gesichtseigenthümlichkeit sehr ungleich ausdrücken, und daß der
it der mannigfachen Geistesregungen, die Gewohnheit und die Ernährungsver-
die Schärfe des Ausdruckes verändern, oder sogar aufheben.

Gall'sche Phrenologie fußt auf einer Reihe von Voraussetzungen, die der
og nicht zugeben kann. Die verschiedenen geistigen Kräfte sollen sich an der Ober-
des Gehirns und diese wiederum an der des Schädels verrathen. Dieses setzt von
ereim voraus, daß die Höcker, welche der Schädeloberfläche entsprechen, nur den
t der Unebenheiten des Gehirns darstellen. Man hat sich zwar bemüht, die Rich-
dieser Annahme durch Schädelmessungen zu erhärten [1]). Allein die ungleiche Dicke
Kart- und der Rindenmasse, die Glätte der Außen- und die Unebenheit der Innen-
, die Einschaltung der Stirnhöhlen, die Gleichheit der äußeren Seite, während Pac-
nische Drüsen die innere Fläche aushöhlen, können schon hinlänglich zeigen, daß die
ereinstimmung an allen Stellen unmöglich wiederzukehren vermag, daß sie an vielen
ten, welche die Phrenologen zu ihren Prüfungen benutzen, nicht vorhanden ist. Dazu
mmt noch, daß der Schläfenmuskel, die Augen und andere Kopfgebilde manche Punkte,
f die ein großes Gewicht gelegt wird, ganz unzugänglich machen. Künstliche Verschie-
ungen der einzelnen Schädeltheile, wie sie in manchen wilden Völkern vorkommen,
haben nicht nothwendiger Weise den Geistesthätigkeiten.

Lassen wir aber auch dieses bei Seite, so hält sich die Phrenologie nur an einen
Theil der äußeren Oberfläche des Gehirns. Die Stücke, welche an der Grundfläche,
weiter nach innen oder in der unmittelbaren Nähe der Hirnhöhlen liegen, werden nicht
berücksichtigt. Wir haben aber schon früher gesehen, daß hier mindestens eben so wichtige,
wo nicht wichtigere Theile angebracht sind.

Die Behauptung, daß die Oberfläche eine Reihe neben einander gelagerter Einzel-
werkzeuge darbietet, beruht auf keinem sicheren Beweise. Die Anatomie sowohl, wie die
Physiologie zeugen gegen diese Vorstellung. Die vergleichend anatomischen Erscheinungen,
die man im Anfange zu Hilfe gezogen, haben ihren Werth durch die genauere Erfor-
schung des Schädels und des Gehirns der Thiere schon längst eingebüßt. Die Leichen-
öffnungen bieten auch nicht entfernt eine Vertheilung der Hirnorgane in der von den
Phrenologen angenommenen Vielseitigkeit dar. Die angeblichen Erfahrungen beru-
hen auf Betastungen der äußeren Schädelformen, wie sie an Lebenden, an Gypsab-
güssen oder an Todtenköpfen möglich sind, auf Ergebnissen, in denen die Phantasie
eine nicht geringe Rolle spielt, auf Forschungen, in denen das Werkzeug, um welches es
sich handelt, das Gehirn nämlich, in den seltensten Fällen geprüft worden. Bedenkt man
überdies, daß die Eintheilung der Seelenvermögen, welche die Phrenologie annimmt, kei-
nen innern Zusammenhang hat, nicht selten eine und dieselbe Geistesrichtung, wie z. B.
den Sinn für mathematische Auffassung zersplittert, und Eigenschaften, die eine Folge
der Erziehung sind, angeborenen Nothwendigkeiten zuschreibt, so kann es nicht befremden,
daß jene Lehre nur bei Laien, nicht aber bei Fachkennern Eingang gefunden hat [2]).

Carus [3]) versuchte die Cranioskopie von einem anderen Standpunkte aufzufassen.

---

[1]) De Volkoff, Notice sur l'épaisseur du crane humain et sur l'appréciation du volume et de la configuration du cerveau. Paris 1847. 8. p. 1 — 14.

[2]) Vergl. G. H. Meyer, die Phrenologie vom wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachtet. Tübingen 1844. 8. Retzius, in Müller's Archiv. 1848. S. 233—262.

[3]) C. G. Carus, System der Physiologie. Erste Auflage. Bd. III. Leipzig 1840. 8. S. 337 fgg. Dessen Grundzüge einer neuen und wissenschaftlich begründeten Cranioskopie. Stuttgart 1841. 8. Derselbe in Müller's Archiv. 1843. S. 149 fgg. C. G. Carus, Atlas der Cranioscopie (Schädellehre). Heft I. u. II. Leipzig 1843 bis 1845. 4. Vgl. dagegen Harleß, in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. III. Abth. 2. S. 474 fgg.

Er ging von dem Gedanken aus, daß drei Schädelwirbel vorhanden sind, und daß den drei Hauptmassen des Gehirns entsprechen. Das große Gehirn vermittelt di[illegible] die Gefühle und das kleine Gehirn den Willen die Triebe. Da die Ausbildung jener Nervenmassen und der zu ihnen gehörenden [illegible] Hand in Hand gehen, so geben die Schädelmessungen einen Fingerzeig, [illegible] ausgebildet seien. Erinnern wir un[illegible] des menschlichen Gehirns und der früheren Darstellung der Le[illegible] [illegible] wir weder die Grundlage dieser Auffassungswei[illegible] [illegible] dürfen, daß z. B. der Durchmesser des Mittelh[illegible] [illegible] das große Gehirn Aufschluß gebe. Die Bemüh[illegible] [illegible] das wesentliche Verdienst, daß sie eine [illegible] einen thatsächlichen Stoff liefern, der für [illegible] Es ist nämlich möglich, daß Tausende von M[illegible] [illegible] der Geistesanlagen, der Körpergrö[illegible] [illegible] werden, zu einigen Wahrscheinlichkeitsc[illegible] [illegible] Die Folgerungen, die man auf diese [illegible] [illegible] gültige Gesetze Anspruch machen [illegible] [illegible] des gesunden Hirns und Schädels die geistigen Fähi[illegible] [illegible] und manche Krankheiten den Umfang und selbst [illegible] [illegible] die geistigen Thätigkeiten des Gehirns [illegible]

4587 Schlaf und Traum. — Der Mensch und viele oder vielleich[illegible] Thiere können die äußeren Eindrücke nicht fortwährend aufnehmen [illegible] die Befehle ihres Willens nach außen hin ununterbrochen geltend m[illegible] Der Schlaf muß diese Thätigkeiten für eine Zeit lang hemmen, [illegible] sich der Körper in sich selbst gleichsam zurückziehe, sich auf die Unte[illegible] tung der Ernährungserscheinungen und unmächtige Geistesspiele [illegible] schränke und neue Kräfte während dieser theilweisen Ruhe sammele.

4588 Die Sinne erlahmen, so wie die Schläfrigkeit die Oberhand gew[illegible] Das Auge erkennt zwar noch die Bilder, die seine Netzhaut treffen. [illegible] diese erscheinen trüb, nebelig und unbestimmt. Die fernen Gegen[illegible] schwinden vor den näheren oder beide verschwimmen wechselseitig, [illegible] die Abstands- und die Größenverhältnisse nicht gehörig berücksichtigt we[illegible] Das Ohr hört zwar noch die eindringenden Tonwellen. Es geht [illegible] die Auffassung der Harmonie oder die Bedeutung der Sprachlaute [illegible] und nach zu Grunde. Der Geruch und der Geschmack verlieren an [illegible] heit. Mäßige Tasteindrücke verfehlen ihre Wirkung. Es wird überh[illegible] die Brücke, welche die Sinnesempfindungen und die höheren Geistes[illegible] sonst verbindet allmählig abgebrochen. Der Mensch verfolgt z. B. [illegible] Buchstaben und die Zeilen eines Buches, ohne daß er den Sinn [illegible] Gelesenen auffaßt oder sich überhaupt dabei etwas Klares denkt. [illegible] hört, daß Jemand mit ihm spricht, beantwortet jedoch die Fragen d[illegible] ben unpassend oder gar nicht.

4589 Die Bewegungswerkzeuge unterliegen zwar größtentheils in entspre[illegible] der Weise. Wir stoßen aber hier auf manche Erscheinungen, die uns [illegible] eine gewisse Ungleichheit der Erregungsverhältnisse schließen lassen. [illegible] Gähnen, welches die Schläfrigkeit begleitet, kann nicht von einer einf[illegible] Abspannung aller Elemente des verlängerten Markes abhängen. [illegible] müssen hier vielmehr einzelne ein gewisses Thätigkeitsübergewicht [illegible] andere erhalten. Die Augendeckel sinken zwar herab, der Gesichtsaus[illegible]

verliert die Lebhaftigkeit und das Wechselspiel, das er im wachen Zustande besaß, der Kopf fällt seiner Schwere gemäß nach vorn über. Allein der Rumpf und die Glieder können sehr verschiedenartige Haltungen darbieten. Es knicken zwar die Kniee in der Regel ein, die Arme hängen schlaff herab, der Mensch sinkt mit Leichtigkeit von selbst oder nach dem geringsten Anstoße um. Die Thatsache aber, daß auch Einzelne im Gehen schlafen können und die später zu erwähnenden Verhältnisse der Nachtwandler lehren deutlich, daß die Erschlaffung eines großen Theiles der Bewegungswerkzeuge zu den unveränderlichen Zeichen des Schlafes nicht gehört.

Die Thätigkeiten des Stoffwandels, deren Fortdauer die Natur dem 4590
Willenseinflusse entzogen hat, erhalten sich auch in dem schlafenden Geschöpfe. Der Ruhezustand scheint sogar manche von ihnen, wie die Verdauung, dadurch zu begünstigen, daß sie an Vollständigkeit gewinnen, weil sie an Geschwindigkeit verlieren. Die Herzschläge und die Athemzüge nehmen meist an Zahl ab. Diese vergrößern aber nicht selten ihre Tiefe und werden von Schnarchtönen begleitet. Die Art des Schlafes ändert übrigens die Verhältnisse in merklicher Weise. Der Rhythmus und die Stärke der Athembewegungen wechseln nicht selten vor dem Erwachen.

Obgleich der Schlafende für die äußeren Eindrücke mäßigen Grades 4591
völlig abgestorben ist, so hat er doch die Empfänglichkeit für stärkere Wirkungen nicht verloren. Dreierlei Erfolge können sich dann geltend machen. Es treten bloße Reflexbewegungen, die den Schlaf nicht stören, auf. Berührt man den Fuß mit der kalten Hand, so wird er an einen anderen Ort gelegt. Schläft der Mensch mit halboffenen Augen, so kann die Annäherung einer Kerzenflamme Bewegungen des Augapfels oder der Augendeckel nach sich ziehen. Ein höherer Wirkungsgrad besteht darin, daß der Mensch für den Augenblick erwacht, auf der Stelle aber von Neuem einschläft. Er wendet sich um, öffnet die Augen, reibt sich die Nase, macht einige Bewegungen mit den Lippen, den Kiefern oder dem Schlunde, gähnt ein oder mehrere Male, schläft aber alsdann weiter fort. Verhältnißmäßig heftigere Eindrücke bringen ihn endlich völlig zum Bewußtsein. Wie die Empfänglichkeit für äußere Einflüsse bei dem Einschlafen allmählig verloren ging, so kehrt sie auch jetzt von Neuem wieder. Der Mensch erwacht endlich gänzlich und genießt die Früchte der Erholung, so weit sie während der Ruhezeit möglich geworden sind.

Man kann häufig bemerken, daß die Gesichtseindrücke bei dem Ein- 4592
schlafen früher, als die Gehörempfindungen verloren gehen. Das Ohr des Erwachenden scheint auch seine Empfänglichkeit eher, als das Auge wieder zu gewinnen. Die Aufmerksamkeit auf die äußeren Verhältnisse fehlt in der ersten Zeit. Die Streckbewegungen des Körpers, die man häufig vornimmt, geben den Muskeln ihre frühere Spannung wieder.

Der Zustand der Geistesthätigkeiten übt häufig einen entschiedenen 4593
Einfluß auf die Verhältnisse des Schlafes aus. Geistige Aufregungen stören ihn sehr leicht. Ein gewisses gleichförmiges Denken, das Lesen eines Romans beseitigen nicht selten die Schlaflosigkeit. Hat man es sich vor

[redacted]

Thatsache überhaupt von einzelnen Andern entschieden betheuert. Berücksichtigen wir as, was eben über die häufige scheinbare Traumlosigkeit eines Jeden von uns gesagt orden, so kann jene Erscheinung keine höhere Bedeutung für die gesammte, uns beschäf-igende Frage gewinnen.

Dürfen wir im Ganzen eher vermuthen, daß der Geist während des Schlafes fort-ährend beschäftigt ist, so scheint es doch kaum einem Zweifel zu unterliegen, daß die rt der Traumerscheinungen in hohem Grade wechseln muß. Die Erfahrung, welche ir unter dem Einflusse unserer Sinne gewonnen haben, liefert das Material für jene hantasiespiele. Es wird daher der Traum des zarten Säuglings inhaltsleer bleiben, er ird höchstens gewisse dunkele Vorstellungen des Körperbefindens enthalten. Kinder von ei Jahren träumen schon häufig auf das Lebhafteste. Es kann bei ihnen, wie bei den rwachsenen vorkommen, daß sie sich noch in den Verhältnissen, die ihnen im Traume rschienen, in den ersten Augenblicken des Erwachens zu befinden glauben. Sie haben ber in der Regel jede Erinnerung an die früheren Phantasiebilder späterhin gänzlich erloren.

Der Flug der Phantasie bewirkt es, daß die Maaße des Raumes und der Zeit die raumerscheinungen weniger, als die wirkliche Welt beherrschen. Wir durchreisen große änderstrecken mit Flüchtigkeit und überspringen Stunden, Monate oder Jahre, ohne aß uns diese Unmöglichkeiten irgendwie stören. Wir glauben bisweilen stundenlang ge-einigt worden zu sein, während wir kaum eine Viertelstunde geschlafen haben. Aehn-iche Widersprüche kehren für unsere Handlungen wieder. Es kommt uns vor, als wenn ir die Lüfte durchsetzten oder andere Wirkungen ausübten, zu denen uns die Kraft oder er Wille mangelt. Wir begehen im Traume Albernheiten, von denen uns unser Ver-tand in wachem Zustande in allen Fällen abhalten würde.

Verfolgen wir aber die Traumerscheinungen genauer, so finden wir, daß ihnen häu-ig bestimmte Verhältnisse zum Grunde liegen, daß der Zufall und das ungeordnete Ge-ankenspiel auf keine ganz ungebundene Weise wirken. Die körperlichen Zustände bedin-en häufig, was im Traume vorgeht. Eine kleine Unbequemlichkeit wird nur phan-astisch ausgeschmückt und zu einer beängstigenden Erscheinung ausgesponnen. Wir liegen npassend und glauben daher, daß wir gebunden sind, von einer Höhe herunterfallen, der auf dem Boden dahingeschleift werden. Ein zu eng angelegtes Halstuch führt zu er Vorstellung des Erhenkens, ein Flohstich zu der des Erdolchens und ein Geräusch n der eines gewaltsamen Einbruches. Wenn Menschen im Traume vorausſehen, daß ie nächstens erkranken werden, so rührt dieses wahrscheinlich davon her, daß sich regel-idrige Gefühle, die im Wachen von den äußeren Eindrücken unterdrückt werden, im Schlafe geltend machen und entsprechende Traumvorstellungen veranlassen. Athembe-chwerden liegen wahrscheinlich immer dem Alpdrucke zum Grunde.

Gewisse Grundgedanken, die dem Menschen seit lange geläufig geworden sind, keh-en im Traume wieder. Die Persönlichkeit des Schlafenden spielt immer eine gewisse Rolle. Der Mann träumt sich nie als Frau, sehr selten als Knabe oder Jüngling und aum je als Greis. Beschäftigungen, denen wir unser Leben gewidmet haben, Gemüths-ewegungen, zu denen wir gereizt sind, kehren häufig im Traume wieder. Ein Amputir-er, der auf Krücken geht, träumt sich im Anfange häufig mit zwei Beinen und ohne Stütze, und später mit zwei Beinen und mit den Krücken. Ein Mensch, der vor Jah-en erblindet ist, sieht im Traume. Ein Tauber glaubt darin im Anfange zu hören. in Taubstummer dagegen unterhält sich häufig mittelst der Fingersprache. Wir werden ibrigens auf diese Punkte in der Untersuchung der allgemeinen Nervenverhältnisse zu-ückkommen.

Wir träumen zwar häufig von Dingen, mit denen wir uns kurz vorher im Wachen eschäftigt haben. Man stößt aber in dieser Hinsicht auf manche eigenthümliche Ver-ältnisse. Gegenstände, die uns kurz vor dem Einschlafen lebhaft in Anspruch nahmen, ommen oft im Traume nicht vor. Dieser bezieht sich aber bisweilen auf einen Gedan-en, den wir ein oder zwei Tage vorher vorübergehend geäußert und später nicht mehr eachtet haben, so daß uns dessen Wiederkehr im Traume befremden muß. Andere Dinge, n die wir seit Jahren nicht dachten, knüpfen sich an jenen Ausgangspunkt und die Traum-rscheinungen erneuern auf diese Weise die Vorstellungen, die wir im Wachen längst be-ittigt glaubten.

Unsere Persönlichkeit theilt sich gleichsam im Traume. Wir unterhalten uns mit

einem Anderen und verbessern die Fehler, die wir jenem in den Mund legen, oder i gekehrt. Wir streiten und finden die richtigen Worte, um die Leidenschaften eines J auszudrücken. Wir erfinden nicht blos das Theaterstück, sondern vertheilen auch Rollen in passender Weise.

Man hat häufig die Behauptung aufgestellt, daß einzelne Menschen geistige Arbe denen sie im Wachen nicht gewachsen waren, im Traume leicht vollführten. Es erzählt, daß Manche im Schlafe aufstanden, Gedichte oder Abhandlungen wissensch chen Inhaltes niederschrieben, in fließender Rede predigten, und dann zu ihrem Ru ger, ohne zu erwachen, zurückkehrten. Andere sollen die Aufgaben, für welche ihre K im Wachen nicht ausreichten, im Schlafe gelöst haben. Lassen wir diese Angaben vo ganz auf sich beruhen, so ist so viel gewiß, daß sich hier viele Täuschungen einschl können. Man glaubt häufig ein schwieriges Problem im Traume beseitigt zu h und freut sich dieses glücklichen Endzieles. Ueberlegt man sich aber die Sache im w Zustande, so sieht man, daß die angebliche Lösung den größten Widersinnn in sich sch

Man muß nichts destoweniger zugeben, daß manche geistige Thätigkeiten einen ligeren Boden im Traume finden. Ich sehe dann z. B. häufig auf das Deutlichste senen, deren Gesichtsausdruck mir längst entschwunden ist. Ist dieses geschehen, so mir ihre Physiognomie auch im Wachen von Neuem gegenwärtig, zum Beweise mich nicht etwa ein bloßes Phantasiespiel hintergangen hat.

Das Urtheil ist jedenfalls im Traume in der Regel beschränkter, als im wach stande. Wir finden die unwahrscheinlichsten, ja selbst die abgeschmacktesten Ding in der Ordnung. Wir wundern uns nicht, wenn wir mit Personen, die längst ges sind, sprechen, mit entfernten Menschen in Verbindung treten, oder uns überhaup Unmöglichkeiten jeder Art abgeben.

Die Traumvorstellungen wirken häufig genug auf die Körperzustände zurück. Mensch weint oder lacht, schlägt im Schlafe um sich, sucht sich aufzurichten, sein chel läuft im Munde zusammen, er schwitzt auf das Heftigste. Man bemerkt aber daß die Handlungen des Schlafenden den nöthigen Zusammenhang oder die ge Kraft nicht besitzen. Ein ungeregeltes Schreien, unverständliche Laute ersetzen häu geordnete Rede, eine schwache Bewegung der Glieder, oder ein unpassendes Umherfa die beabsichtigten vollständigeren Bewegungen.

Der völlig räthselhafte Zustand des Nachtwandelns, an dem vorzüglich ji Personen, Frauen und nervenschwache Männer hin und wieder leiden, lehren de daß eine geregelte Bewegung trotz des Schlafes möglich bleibt. Der Kranke kleid bisweilen an, geht mit geschlossenen Augen herum, wählt häufig gefährliche Pfade, die hiefür passenden Körperstellungen, trägt Gegenstände von einem Orte zum an öffnet Schlösser und schließt Thüren oder Fenster, wenn er wieder zu seiner Ruh zurückkehrt. Erwacht er später, so weiß er Nichts von dem, was er in seinem S zustande vorgenommen hat. Wie der Blinde an den gefährlichsten Punkten ohne vorübergehen kann, weil ihn seine Augen von der Gefahr nicht unterrichten, so fäl der Nachtwandler, wenn er plötzlich erweckt wird. Der gesunde Mensch kann sic Schlafe auf zweckmäßige Weise umwenden, an dem passenden Orte reiben, die E aus einer unbequemen Lage in eine geeignetere Stellung bringen. Der Nachtw verbindet seine Bewegungswerkzeuge eben so geschickt, als der Erwachte.

Ausführliche Betrachtungen über die den Schlaf und die Träume begleitende scheinungen finden sich in: H. Rudow, Versuch einer Theorie des Schlafes. K berg 1791. 8. K. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. 2 Auflage. Bd. III. Leipzig 1838. 8. S. 477 — 514 und Fr. Tiedemann, De so Heidelbergae 1842. 4. Carpenter, in R. Todd, Cyclopaedia of Anatomy and siology. Part XXXV. London 1849 8. p. 677 sqq. und vorzüglich Purkinje, Wagner's Handwörterbuch. Bd. III Abth. 2. S. 412 fgg.

4596 Die Dauer des Schlafes verkleinert sich im Allgemeinen mit Zunahme der Lebensjahre. Der Säugling verschläft den größten seines Daseins. Haben sich später die Sinne und die Bewegungsw zeuge stärker entwickelt, nimmt das Kind an den Verhältnissen seiner gebung selbstständiger Theil, so mindert sich die Zahl der Schlafstu

Geſunde kräftige Greiſe pflegen weniger, als Menſchen von mittleren Jahren zu ſchlafen. Frauen können meiſt das Wachen leichter, als Männer ertragen.

Säuglinge wachen kaum eine oder wenige Stunden im Tage. Einige Lebensmonate führen hier zu beträchtlichen Unterſchieden. Kinder von 3 bis 6 Jahren ſchlafen ungefähr eben ſo viel, als ſie wachen; Erwachſene dagegen in der Regel nur 5 bis 10 Stunden. Die Zeit der Erholung verhält ſich daher in dieſen zu der der Thätigkeit, wie 1 : 1,4 bis 1 : 3,8. Der Schlaf von Greiſen dagegen nimmt häufig nur ¼ bis ⅙ der Geſammtzeit in Anſpruch.

Da jeder verletzende Eingriff den Schlaf der Thiere ſtört, ſo iſt 4597
es auch unmöglich, den Zuſtand, in dem ſich die inneren Körpertheile befinden, auf dem Verſuchswege zu ermitteln. Wollte man das Gehirn des wachen Thieres bloßlegen und dann den Schlaf abwarten, ſo würde man die Folgen der Verletzung von den Wirkungen des Schlafes nicht genau unterſcheiden können.

Die äußeren Erſcheinungen deuten darauf hin, daß nicht alle Theile 4598
des centralen Nervenſyſtems während des Schlafes zur Ruhe kommen. Da die Athmung fortdauert, ſo müſſen die entſprechenden Werkzeuge des verlängerten Markes und des Rückenmarkes in Thätigkeit bleiben. Die ununterbrochene Zuſammenziehung der Schließmuskeln führt zu einer ähnlichen Folgerung. Es fragt ſich überdies, ob nicht die übrigen, dem Stoffwandel dienenden Thätigkeiten der Säugethiere viele Elemente des centralen Nervenſyſtems zu ihrer ungehinderten Wirkſamkeit nöthig haben. Die Träume ſprechen anderſeits für die Unruhe einzelner Hirngebilde. Der Schlaf hebt daher nur gewiſſe Verbindungsglieder, welche die Wirkſamkeit nach außen in dem wachen Zuſtande möglich machen, auf. Er ſchwächt die Empfänglichkeit der objectiven Sinneseindrücke und die Willenseinflüſſe, die ſich ſonſt in den Bewegungswerkzeugen geltend machen. Er bricht gewiſſermaßen die Brücke zwiſchen einer Gruppe von Nervengebilden und einer zweiten ab. Die innere Mechanik, aus der dieſes eigenthümliche Verhältniß hervorgeht, iſt noch gänzlich unbekannt.

Der Vergleich mit anderen zugänglicheren Erſcheinnngen liefert noch keine näheren Aufſchlüſſe über die Natur des Schlafes und der Träume. Man hat häufig den Zuſtand eines Thieres, dem die Großhirnhalbkugeln genommen worden, mit dem eines ſchlafenden Geſchöpfes zuſammengeſtellt. Beiderlei Verhältniſſe zeigen allerdings eine gewiſſe äußere Aehnlichkeit. Sie beſchränkt ſich jedoch nur auf den Mangel der nach außen gerichteten Geiſteswirkung und die Fortdauer der Einflüſſe des verlängerten Markes und des Rückenmarkes. Es hängt von dieſen Theilen in beiden Fällen ab, wenn der Kreislauf nnd die Athmung fortgehen, paſſende Geſammtbewegungen möglich bleiben, Empfindungsreize nicht ſelten ſtürmiſcher als ſonſt beantwortet werden. Wenn ſich ſchlafende oder enthirnte Hunde einrollen, wenn Vögel, die ſich in den gleichen Verhältniſſen befinden, ihren Kopf unter dem Flügel verbergen oder auf einem Fuße ſtehen, ſo beweiſt dieſes nur, daß einzelne Elemente des verlängerten Markes und des Rückenmarkes in beiden Fällen ähnlich wirken können. Es iſt dagegen kaum zu glauben, daß ſich die geiſtigen Thätigkeiten eines ſchlafenden und eines enthirnten Thieres gleich verhalten. Geſunde Hunde verrathen nicht ſelten durch ihre Körperbewegungen und ihre Stimmtöne, daß ſie im Schlafe träumen. Enthirnte dagegen geben nie ein Zeichen der Art von ſich. Der ſchlafende Hund beherrſcht ſeine Bewegungswerkzeuge nach ſeinem Willensbefehle, wenn auch kraftloſer, als im wachen Zuſtande. Er ſchlägt oft leiſe an,

brummt schwach oder regt in geringem Grade seine Beine, als wenn er fortkrie wollte. Der enthirnte Hund entwickelt seine volle noch übrig gebliebene Kraft, so ihn äußere Veranlassungen zu Bewegungen zwingen.

Die Erstarrung der niederen Geschöpfe und der Winter- oder der Sommerschla Säugethiere können ebenfalls nicht genau mit dem Schlafe verglichen werden. Di ßeren Erscheinungen führen hier schon zu manchen nicht unbedeutenden Unterschi Der Kreislauf und die Athmung dauern im Schlafe fort. Die Schnelligkeit der und der Athembewegungen nimmt höchstens in untergeordnetem Maaße ab. Der terschlaf geht in dieser Hinsicht um Vieles weiter. Die Zahl der Herzschläge sinkt auf $^1/_4$ bis $^1/_7$ in den Fledermäusen und selbst auf $^1/_{10}$ bis $^1/_{14}$ in dem Hamster[1]). das Athmen in dem höchstem Grade der Aetherbetäubung aufhört (S. 522.), wä der Herzschlag noch fortdauert, so kann sich etwas Aehnliches in dem in Winte verfallenen Igel wiederholen. Liegt er völlig ruhig, so fehlt jede irgend stärkere und Ausathmung. Die geringste Erschütterung ist aber im Stande, sie auf der hervorzurufen. Die Eigenwärme sinkt in den winterschlafenden Säugethieren in Maaße, daß sie endlich die Temperatur der Umgebung nur um wenige Grade üb und daher an die Verhältnisse der kaltblütigen Geschöpfe erinnert. Man hat übe die verschiedenartigsten Erstarrungszustände, von denen fast jeder von dem gewöhn Schlafe abweicht, unter dem Namen des Winterschlafes zusammengeworfen.

4599 Die äußeren Bedingungen, die den Schlaf begünstigen oder hem deuten darauf hin, daß dieser von den Molecularzuständen einzelner gewebe herrührt. Es hängt hiermit wahrscheinlicher Weise zusam daß ein heftiger Blutandrang nach dem Kopfe, der Genuß des T des Kaffe's oder gebrannte Kaffebohnen [2]), aufregende Leidenschaften strengende Körper- oder Geistesthätigkeiten, der Wille und lebhafte oder Schmerzenseindrücke den Schlaf hindern, die Ueberfüllung des gens dagegen, gewisse Grade der Opium- oder der Blausäurevergif der Genuß der verschiedenartigsten Stoffe, die Wirkungen des Weing des Aethers, Langeweile oder einseitige Beschäftigungen ihn eher begünst

Wir haben schon §. 4598 bemerkt, daß wir den Schlaf als eine thätigkeit des gesammten centralen Nervensystems nicht betrachten kö Er hebt nur die Verbindung einzelner Kettenglieder, die sonst den mit der Außenwelt in Beziehung brachten, auf. Die Erholung dann eine mittelbare Folge dieser Unterbrechung. Wir können uns vorstellen, daß die Ermüdung oder die anderen Bedingungen, welche Schlafe führen, die Molecularverhältnisse einzelner Nervengebilde so dern, diese so unstimmen, daß ihre gegenseitige Einwirkung aufgel oder geschwächt ist. Die Hirntheile, welche die geistigen Thätigkeiten mitteln, greifen dann auch in anderer Weise in einander und erz Sinnestäuschungen und Gedankenverbindungen, wie sie in ähnlicher nur im Wahnsinn auftreten.

Man bemerkt häufig, daß sich das Gesicht von fest schlafenden Kindern lebh thet. Sind sie zu Krämpfen geneigt, so treten die Anfälle nicht selten im Schla Diese Thatsachen führen zu der Vermuthung, daß sich die Verhältnisse des Krei wesentlich ändern. Es läßt sich aber nicht entscheiden, ob diese Erscheinungen die U oder die Folge des Schlafes bilden. Da die Gesichtsfarbe der Kinder häufig erst, sie eine Zeit lang geschlafen haben, wechselt, so können wir eher vermuthen, daß di

[1]) Vgl. z. B. die Zusammenstellung der Einzelbeobachtungen in H. C. L. Bar Der Winterschlaf nach seinen Erscheinungen im Thierreiche dargestellt. 1846. 8. S. 290 — 92.

[2]) Purkinje, a. a. O. S. 422.

Blutzufuhr zum Kopfe von dem schon eingetretenen Schlafe bedingt wird. Fassen iesen als eine Molecularveränderung gewisser Nervengewebe auf, so bleibt es denk- daß hierdurch der Umfang der Hirnmasse abnimmt. Es werden dann mehr Flüs- en in die geschlossene Schädelhöhle eindringen (S. 504). Es können die Caroti- nd die Vertebralen größere Blutmengen nach und nach aufnehmen und so zur stär- Füllung der übrigen Kopftheile das Ihrige beitragen. Das Gesicht erwachsener chen pflegt im Schlafe blaß zu bleiben oder selbst seine gewöhnliche Röthe zu ver- . Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß auch hier die Gefäße des Schädels mehr als im wachen Zustande enthalten. Manche Winterschläfer, wie z. B. der Igel bisweilen das Gleiche dargeboten. Es ließ sich jedoch keine wesentliche Blutüber- g in anderen Fällen nachweisen, wie es scheint, ein neuer Beleg, daß die verän- Blutverhältnisse als Folge und nicht als Ursache aufgefaßt werden müssen. Da chlafende weniger Kohlensäure ausscheidet, seine Ernährung dagegen nicht abnimmt, it sich vermuthen, daß die feinere Mischung seines Blutes von der des wachenden chen abweichen wird.

Allgemeine Nervenlehre.

Verbreitung der peripherischen Nervenfasern. — Man 4600
s bis jetzt noch nicht versucht, die Zahl der Primitivfasern, die in Nervenwurzeln einer und derselben menschlichen Leiche vorkommen, chätzen. Wir können aber, ohne zu übertreiben, annehmen, daß die ge derselben nahebei eine Million beträgt. Die Hirnnervenwurzeln ien schon einen Werth von ein- bis zwei Mal Hunderttausend in ruch zu nehmen.

D. Rosenthal[1]) behandelte die einzelnen Hirnnerven, mit Ausnahme des Geruchs-, Seh- und des Hörnerven mit Holzessig, trocknete sie und prüfte dann feine Quer- te. Der Inhalt der Nervenfasern erschien hell, das Uebrige dagegen gelblich braun. nnten auf diese Weise größere oder kleinere Strecken abgezählt werden. Rosen- fand hierbei:

Hirnnerv.	Menge der Primitivfasern in den Wurzeln desselben.		
	Mensch.	Ochse.	Schaaf.
meinschaftlicher genmuskelnerv.	15000	30000	6000
ollmuskelnerv.	11 bis 1200	1800 bis 2200	400 bis 600
igetheilter Nerv.	9000 bis 10000	18000	4000 bis 4500
ßerer Augenmus- kelnerv.	2000 bis 2500	4000 bis 4800	800 bis 10000
Antlitznerv.	4000 bis 4500	8500 bis 9000	2000
nschlundkopfnerv.	4100 bis 4500	8100 bis 9100	1800 bis 2300
rumschweifender Nerv.	9000	6500 bis 7050	—
Beinerv.	3300 bis 3900	8700 bis 8800	—
terzungennerv.	4500 bis 5500	9000	2000 bis 2200
esammtsumme.	52000 bis 57000	94600 bis 97900	—

[1]) Rosenthal, De numero atque mensura microscopica fibrillarum elementarium ystematis cerebro-spinalis symbola. Vratislawiae 1845. 4. p. 13 — 22.

Diese neun Hirnnerven würden hiernach im Ganzen 104000 bis 114000 Fase Anspruch nehmen. Rechnen wir noch die drei höheren Sinnesnerven hinzu und l ken, daß der Geruchs- und der Sehnerv sehr feine Fasern enthalten, so wird n nicht übertrieben finden, wenn man mindestens 150000 Fasern allen Hirnnerve Menschen zuschreibt.

Es muß in den oben mitgetheilten Angaben auffallen, daß der gemeinschaftlich genmuskelnerv den größten Werth unter allen geprüften Hirnnerven liefert. Dies stand kann um so eher befremden, als die Wurzeln anderer Hirnnerven umfan erscheinen und der dritte Nerv eine größere Menge von breiten Fasern führt. E sich daher, ob nicht ein Nebenverhältniß jene Abzählungen störte. Bildet ein N nen größeren zusammenhängenden Wurzelstamm, so kann man leicht feine Quer bereiten und aus einem Bruchstücke auf das Ganze zurückschließen. Besteht er l aus einer Menge von gesonderten Bündeln, so werden sich Irrungen leichter einsch

4601 **Die Zahl der Nervenfasern kann sich während des periphe Verlaufes vergrößern. Die in einzelnen Organen nachweisbaren Theil der Primitivfasern, die nicht immer zu den Kunstproducten gehören, am Entschiedensten für diesen Ausspruch. Andere Erscheinungen da die man noch zu Gunsten jenes Satzes anführte, wie z. B. den e gen Ursprung von Primitivfasern aus Nervenkörpern, gestatten ein schiedenartige Deutung.**

Man nahm früher allgemein an, daß die peripherischen Primitivfasern der S vollkommen gesondert verlaufen. Physiologische Gründe, die wir später betrachte den, unterstützten diese Ansicht. Neuere Beobachtungen lehrten aber, daß jenes keine allgemeine Gültigkeit besitzt.

Joh. Müller und Bruecke [1]) sahen in den Augenmuskeln des Hechtes, d die Primitivfasern mehrfach theilten. Savi [2]) bemerkte zahlreiche Gabelspaltun den Plättchen der elektrischen Organe des Zitterrochen. Diese Beobachtungen sind Folge von Robin [3]), R. Wagner [4]), Ecker [5]) u. A. bestättigt und erweitert den. Robin [6]) fand, daß sich die Nervenfasern in den Platten des scheinbaren schen Organes, welches in dem Schwanze des gewöhnlichen Rochen vorkommt, falls theilen. R. Wagner [7]) sah Spaltungen der Fasern in den Muskeln der gethiere und der Fische und in jenen und in der Bindehaut der Frösche. Ecker Kölliker [8]) bemerkten sie in dem Magen des Kaninchen und der Frösche Lungen der letzteren und den Milznerven des Rindes und Kilian [10]) in den venfasern, von denen manche vereinzelt, andere bündelweise zu der Gebärmutte Mäusen, Eichhörnchen und Kaninchen hinüberstreichen. Die später zu erwähnende cini'schen Körperchen führen häufig zu Theilungsbildern.

Anschauungen der Art sind mir ebenfalls nicht selten vorgekommen. Halte uns vorläufig nur an die Fälle, in denen der öligte oder markige Nervenin halt d verfolgt werden konnte, so müssen wir zwei verschiedene Verhältnisse unterscheiden:

---

[1]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. Vierte Auflage. Bd. I. Coblenz 8. S. 524.

[2]) Savi, in C. Matteucci, Traité des phénomènes électro-physiologiques de maux. Paris 1844. 8. p. 321.

[3]) Robin, in den Annales des sciences naturelles. Zoologie. Troisième Série. VII. Paris 1847. 8. p. 243 u. 267.

[4]) R. Wagner, in s. Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abth. I. S. 38

[5]) Ecker, in Siebold u. Kölliker's Zeitschrift für wissenschaftliche Zo Bd. I. Leipzig 1848. 8. S. 39.

[6]) Robin, a. a. O. p. 267.

[7]) R. Wagner, a. a. O. S. 462 fgg.

[8]) Ecker, bei R. Wagner, a. a. O. S. 462.

[9]) Köllicker, in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Z Heft II. 1847. 8. S. 92.

[10]) Kilian, in Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift. Bd. VII. Heidelberg 18 Seite 222.

1) Der Nerveninhalt setzt sich in die Zweige ununterbrochen fort. Man sieht dieses am häufigsten in den Augenmuskeln der Fische und bisweilen in denen der Frösche. Corti und ich bemerkten es auch in den Plättchen der elektrischen Werkzeuge von Zitterrochen Torpedo narke und T. Galvanii), welche ungefähr 6 bis 7 Tage vorher im Mittelländischen Meere gefangen und mit Salz bestreut nach Bern gesandt worden waren. Ein Stamm trennte sich hierbei in zwei Aeste, wie Kupfertafel Figur 1. aus den oberen graden Augenmuskeln der Flußforelle (Salmo fario) darstellt, oder er zerfällt in ein Büschel von Aesten, wie es Kupfertafel Fig. 2. aus der Nase (Chondrostoma nasus Ag.) zeigt. Man kann in der zweiten Abbildung deutlich unterscheiden, wo eine Nervenfaser nur über der anderen hinweggeht oder wo eine wahre Spaltung durchgreift. Hülle und Nerveninhalt laufen in dem letzteren Falle ununterbrochen fort.

Diese Spaltungen spielen wahrscheinlich eine nicht unbedeutende Rolle in dem Nervensysteme vieler wirbelloser Geschöpfe. Der Flußkrebs liefert in dieser Hinsicht viele deutliche Bilder. Untersucht man z. B. die Aeste, die von dem Schwanztheile des Ganglienstranges ausgehen, so bemerkt man nicht selten Verzweigungen, wie Kupfertafel Fig. 3 *b c d* unmittelbar und *e* etwas verdeckt vorführt. Diese Theilungen wiederholen sich bisweilen, so wie man den ferneren Verzweigungen nachgeht. Man erblickt auch hin und wieder, daß Nervenfasern, die in dem Ganglienstamme selbst verlaufen, Seitenzweige absenden, wie es Kupfertafel Fig. 4 darstellt. Die Nebenäste sind meist schmäler, als der Hauptstamm. Es kommt jedoch auch vor, daß beide fast denselben Durchmesser darbieten.

2) Der öligte Inhalt der Nervenfasern ist an der Theilungsstelle unterbrochen. Kupfertafel Fig. 5, welche den Nervenverlauf eines mit Kalilösung heller gemachten Stückchens der Haut der Harnblase des Frosches zeigt, kann uns zwei Formen, denen man hier begegnet, versinnlichen. Die Faser *a* Fig. 5 zerfällt in zwei Gabeläste *b* und *c*. Der Nerveninhalt jeder der drei Fasern hört aber an der Theilungsstelle abgerundet oder zugespitzt auf. Die Faser *d* dagegen hat zwei andere Fasern *e* und *f* zu beiden Seiten. Diese werden von *d* durch markloses Zwischenräume geschieden. Der erste dieser beiden Fälle findet sich bei Weitem häufiger. Ich sah ihn z. B. noch in den Bauchfellfalten, die sich nach der Harnblase eines sehr großen weiblichen Kaninchens hinzogen, in den ausgebreiteten und mit Kali etwas durchsichtiger gemachten Bronchis der Mäuse, in der hautartig ausgespannten Zunge, der Kehlblase, den Lungen, dem Harnblasengekröse, der Harnblase und dem Mastdarme von Fröschen. Man erhält häufig Bilder der Art, wenn man das Präparat mit Nadeln ausgespannt und mit bloßem Wasser befeuchtet hat.

Zeigt der Nervenzweig nur eine einzige Primitivfaser, so fällt die Theilung am Leichtesten in die Augen. Man kann aber auch bisweilen eine Faservermehrung in dünneren Aesten unmittelbar und in dickeren nach ihrer Zertheilung zu bemerken glauben. Bilder der Art begegneten mir z. B. zwei Mal in der Hornhaut des Kaninchens und mehrere Male in den Nerven des Harnblasengekröses der Kaninchen und der Frösche. Zweifelhaftere Anschauungen lieferten fein zerfaserte Stücke des zwischen dem vierten und dem fünften Brustknoten gelegenen Theiles des sympathischen Nerven des Kaninchens, und des dem unteren Theile der rechten Lunge benachbarten Bezirkes des Sympathicus eines großen Python (P. tigris). Die in einzelnen Ganglien auftretenden Bilder werden uns in der Folge beschäftigen.

Es kam mir in den Bauchfellfalten der Harnblase des Kaninchens vor, daß ein Zweig eine Strecke weit zwei und später drei Primitivfasern, die gemeinschaftlich fortliefen, zeigte. Ein Aestchen aus der mit Kali durchsichtiger gemachten Harnblase des Frosches bot eine mit Unterbrechung des Nerveninhaltes versehene Theilung dar. Die eine Spaltungsfaser ging in dem Aste weiter fort, während die andere ein Nebenzweigchen darstellte. Eine Faser, die gesondert verlaufen war, legte sich später mit einer Umbiegung an jenen Hauptast, verlief hier weiter, bog dann in entgegengesetzter Richtung um und endigte kurz darauf scheinbar mit einem Kolben, der sich zwischen zwei andere Fasern eindrängte.

Man würde sehr irren, wenn man alle diese Bilder ohne Weiteres als natürliche Verhältnisse ansehen wollte. Viele sind gänzlich, andere dagegen theilweise aus bloßen Kunstproducten hervorgegangen. Die meisten Gebilde, deren Nervenverlauf mikroskopisch geprüft werden kann, sind von vorn herein oder im isolirten Zustande zu undurchsichtig. Man muß sie daher unter dem Compressorium behandeln, mit Kali oder einer an-

deren passenden Lösung befeuchten oder wenigstens troc
mit einem Deckplättchen schützen und mit Wasser umg
die wesentlichsten Täuschungen herbeiführen.

Behandelt man dünnere Augenmuskeln von Wi
Kehlmuskeln des Frosches (Mylohyoidei, Hyoglossi u.
Geschöpfe unter dem Compressorium und verfolgt die
so kann man sich oft überzeugen, wie hier künstliche T
Vorschein kommen. Primitivfasern, die in verschied
häufig an einander gedrückt Man erkennt noch a
Scheide der einen oder beider Fasern, an anderen da
des Nerveninhaltes kann indeß deutlich fortrücken und
hörenden Theilungsastes erzeugen. Bedeckt man sehr
leichten Glasplättchen, so kann sich das Gleiche wieder
Macht man das Ganze mit Kali durchsichtiger,
schärfer hervor. Ihr Inhalt löst sich aber oft nach un
selten im Verlaufe einer einzelnen Faser unterbroche
große Strecke weit. Man kann bisweilen die leere S
auch manches Mal nicht mehr möglich. Der markige
Durchschnittsstellen heraus, das Ganze mag mit einem
Man sieht leicht, daß diese Verhältnisse die mannigfa
bedingen können. e und f Kupfertafel Fig. 5 gehören
Ich habe Spaltungen mit unterbrochenem Nerven
gekröse des Frosches gesehen, wenn ich dieses auf einer
ausgebreitet und mit einem Wassertropfen befeuchtet h
wie in anderen ähnlichen Fällen, daß sich die Haut
das Compressorium oder Kali brauchten nicht zur gena
zu werden. Ich glaube dessenungeachtet, daß die Unte
Kunstproduct bildete, daß sie erst während der Ausbi
ist. Zerfasert man einen dünnen Nervenzweig mit fei
Nerveninhalt zerrissen und an einzelnen Stellen for
die eben erwähnte Anschauungsweise bedingen. Es e
daß die Verlaufsweise der Fasern zu Irrungen führt.
das an einer Stelle zwei und an einer anderen drei
Prüfung lehrt aber, daß die dritte Faser früher u
verlief.

So viele Klippen auch drohen, so unterliegt es
Theilungen der Primitivfasern in den Plättchen der ele
in denen der scheinbaren elektrischen Werkzeuge der gem
muskeln der Fische, in den Nerven der Krebse und wo
des Gekröses der Harnblase der Kaninchen und der M
sorgfältigste Prüfung kann aber häufig bei einzelnen B
vorn herein vorhanden gewesen oder erst in Folge der

4602 Die Nerven bilden in der Regel Endgefl
nen sie aufhören. Wenn sie ausnahmsweise
z. B. in den größeren Zungenwärzchen des
man wenigstens, daß die vorangehenden St
verflochten sind. Primitivfasern verschiedener
lich in diesen Endgeflechten aus. Verfolgt
genauer, so bemerkt man bald, daß dieser nic
nicht einmal den Hauptzweck jener Bildung
daß sich die Primitivfasern desselben Zweiges
kennt in anderen Fällen deutlich, wie eine Fa
begleitet und sie dann wiederum verläßt. D
und die möglichst vervielfältigte wechselseiti

heinen daher vor Allem die Bestimmung der Endgeflechte auszu-achen.

Kupfertafel, Fig. 5 kann das zuletzt Gesagte beispielsweise klar machen. Wir ha-n hier einen Theil der Nervenfasern der Harnblase, die in verschiedenen Tiefen ver-afen und sich hierbei häufig durchkreuzen. *g* und *h* berühren sich längs der Strecke und gehen alsdann als *l* und *m* ihre gesonderten Wege. Etwas Aehnliches kehrt bei wieder.

Die Endgeflechte bestehen meistentheils aus Aesten, die wenigstens zwei und häufig nug mehr Primitivfasern enthalten. Man begegnet aber auch Fällen, in denen nur eine ıfer den Zwischenast bildet. Die geraden Augenmuskeln der Bachforelle, der Zungen-ingungenmuskel (Hyoglossus) des Frosches, die Bauchmuskeln des Kaninchens, die ıftröhre der Maus haben mir z. B. Anschauungen der Art dargeboten.

Man hat die Nerven auf dreierlei verschiedene Weise endigen lassen. 4603
) Sie sollten mit den Gewebtheilen der Organe, denen sie angehören, rschmelzen. 2) Sie sollten frei aufhören und 3) Je zwei Fasern ver-nden sich unter einander zu einer Endschlinge. Sie behielten hierbei ren öligten Inhalt bis zum Schlusse oder verlören ihn, ehe sie aufhör-n. Manche Forscher haben alle jene drei Angaben als die Ergebnisse ih-r Beobachtungen zu verschiedenen Zeiten vertheidigt. Diese Wider-rüche rühren größtentheils von den Schwierigkeiten der Untersuchung r. Es steht hier kein Mittel zu Gebote, das mit der Einspritzung der aargefäße verglichen werden könnte. Man muß sich daher nur an solche ebilde, deren Prüfung auf weniger Hinderniſſe stößt, wenden.

Die Ansicht, daß die Nervenfasern mit fremdartigen Geweben verschmelzen, hat so iel Unbestimmtes, daß sie mit Recht von fast allen neueren Forschern verlassen worden . Die freiere Endigung der Nervenfasern, welche immer viele Anhänger aus physio-gischen Gründen besaß, ist in neuerer Zeit mehrfach vertheidigt und selbst für die ein-ge Schlußweise der Nerven angesehen worden.

Einzelne Forscher haben sich vor Allem auf die Vater'schen oder die Pacini'schen örperchen berufen. Henle und Kölliker [1]) hatten hier gefunden, daß eine Nerven-ıfer *d* Fig. 353. in den Kanal *b* des Pacini'schen Körperchens *a* tritt und dann als *e* weiter verläuft. Man bemerkt häufig, daß zwei Primitivfasern, die früher zusammen dahingingen, aus einander weichen und in zwei Pacini'sche Körperchen übertreten. Strahl [2]) hat aber auch einen Fall abgebildet, in dem sich eine freie Faser gabelig spaltete, um das eben erwähnte Verhältniß für ihre Theilungsäste darzubieten. Einfache oder mehrfache Theilungen im Inneren der Pacini'schen Körperchen sind häufig gezeichnet worden [3]). Eine eigenthümliche untergeordnete Kapselschichtung entspricht oft diesen Spaltungszweigen. Bidder [4]) dagegen konnte sich von einer wahren Theilung nicht überzeugen. Windungsgänge der Fasern erzeugen nach ihm häufig Trugbilder der Art.

Fig. 353.

Die Nervenfaser, die in das Pacini'sche Körperchen eingetreten ist, bietet manche theils wirkliche, theils scheinbare Veränderun-

[1]) J. Henle u. A. Köllicker, Ueber die Pacini'schen Körperchen in den Nerven des Menschen und der Säugethiere. Zürich 1844. 4. S. 18.

[2]) Strahl, in Müller's Archiv. 1848. S. 172. Taf. VII.

[3]) Siehe z. B. Henle u. Köllicker, a. a. O. Taf. I — III. G. Herbst, Die Pacini'schen Körperchen in ihrer Bedeutung. Ein Beitrag zur Kenntniß der Nervenprimitivfasern. Göttingen 1847. 8. Taf. 1 — 3 u. 5 — 16.

[4]) F. H. Bidder, Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847. 4. S. 42.

zen hat. Hat sie auch oft noch ihre dunkelen Umrisse in dem Stiele beibehalte wird sie doch in der Nähe schmaler und blasser. Ihre Hülle scheint schon im Sti rückzuwerfen und bisweilen eine eigenthümliche Reihe von Ausbuchtungen darzub

Das Verhältniß der Faser ist bis jetzt noch nicht mit Sicherheit ermittelt w Hält man sich an die unmittelbare Anschauung, wie sie sich am Häufigsten unter den gestatten darbietet, so scheint sie freilich meistentheils abgerundet oder knopfför Enden. Man kann nicht nachweisen, daß hier eine Ganglienkugel eingelagert i

Manche Forscher haben die Ansicht vertheidigt, daß die Pacini'schen Körper wahre Endigung der Nerven am Anschaulichsten vor Augen führen. Die P feine runden Fäden, die gerade und schlängen mit freien Enden, deren Markinhalt w verschwindet werden. Die Kapseln der Pacini'schen Körperchen seien nur Modifi der gemeinschaftlichen Hüllen der Nervenfasern. Lassen wir auch die beiden letzteren den verschiedenen Punkte der Seite, so fragt es sich noch sehr, ob die Nerven den Pacini'schen Körperchen endigen oder nur durchgehen. Henle und Köll ist nur Bilder [1] sind nur Fälle gelesen, in denen ein bloßer Durchtritt nach werden kann. Pappenheim [2] bemerkte, daß eine Faser im Innern des Kör andre und daß die Fortsetzung derselben das Ganze von Neuem durchlief.

Es fragt sich hiernach, ob die Pacini'schen Körperchen zu den regelmäßig haben gehören oder nicht. Ihr Vorkommen im Embryo, ihr so häufiges Aufsi der Nerven der Hand und des Fußes, die Menge, in der man sie in der Regel Gebiete zweier Hautnerven findet, scheint freilich gegen diese Auffassungsweise zu s Bedenken mir aber, daß ihre Zahl in jedem Grade wechselt, daß sie zu der Ma Primitivfasern der Nervenfaser in keinem Verhältnisse steht, so wird man werden, die Anwesenheit gewisser nach unbekannten Nebenverhältnissen zuzui und sie als Bezirke als verästelte Endigungen der Nervenfasern zu betrachte ähnlich ist es z. B. in den Menschen, in manchen Affen, dem Igel, der gemeinen Katze, dem Dachse, dem Hunde, dem Fuchse, der Katze, dem Leoparden, der Zi dem Schweine, der Ziege, dem Reh, der Ziege, dem Schaafe und dem Ochsen. hat sie dagegen bis jetzt in manchen Affen, dem Siebenschläfer, der Ratte, der Maus, der Katze, dem Kaninchen, dem neugeborenen Delphin [3]) und dem des Erdhasen vermißt. Während eine große Menge von ihnen in dem der Katze sind sie in der Katze fast, konnte Herbst [4] kein einziges in d vorhanden finden. Der Marder hat viele, das gemeine Wiesel dagegen keine. des Schweines ist sie nach Herbst an der Basis der Mittelhandknochen der Pfote [5] fast in der ganzen Länge vergeblich gesucht.

Die Nerven der Hand und des Fußes tragen meistentheils Pacini'sche Kör wo sie überhaupt vorkommen. Man hat sie außerdem an den Stämmen der unteren Extremitäten, besonders Nervenzweigen, an den Zwischenrippennerven, de verzweigten des Ischiadicus und den Nerven der männlichen Geschlechtswerkze Mesenterium in großer Zahl wahrgenommen. Nicht sehr fette Katzen, in denen Gekröse des dünnen Gedärms und des Grimmdarmes, an den Saugaderdrüsen der Bauchhöhle vorkommen, eignen sich am Besten zur Prüfung dieser Der Reichthum ihrer Form, ihrer Menge und der Oertlichkeit ihres Auftretens, allen gestellten Fällen widerstehen, kann aber nur die eben über ihr Wesen

Sacchi [6] und Pappenheim [7] sahen die Primitivfasern der Nerven in den Blättchen der elektrischen Organe des Zitterwelses endigen und Robin [8] erwähnt das Gleiche von den entsprechenden

---

[1] Henle, a. a. O. S. 42.
[2] Henle u. Kölliker, a. a. O. S. 23.
[3] Kölliker, a. a. O. S. 42. 43.
[4] Pappenheim, in den Archives d'Anatomie et Physiologie. Paris 1846. S. p.
[5] Ein Verzeichniß ihres Vorkommens giebt F. Osann in A. Kölliker's z Berichte von der physiologischen Anstalt in Würzburg. Leipzig 1849. 4. S.
[6] Mayer, in den Nova Acta Acad. Leop. Carol. Vol XXII. P. I. Bonn 1 Seite 35.
[7] Henle, a. a. O. S. 21. [8] Osann, a. a. O. S. 92.
[9] Savi, a. a. O. p. 321.
[10] Robin, a. a. O. pag. 267 fgg.

zeugen der gewöhnlichen Rochen mit. R. Wagner [1]) sah später, daß die markigen Fasern der elektrischen Organe der Zitterrochen, nachdem sie sich zu wiederholten Malen getheilt haben, in blassere, sich noch ferner spaltende, feinere Fasern übergehen. Diese entziehen sich endlich der ferneren Beobachtung, verbinden sich aber nicht unter einander und scheinen frei aufzuhören. Ecker [2]) spricht ebenfalls von zahlreichen freien Enden jener von ihm sogenannten embryonalen Endfasern, nimmt jedoch auch Anastomosen wenigstens für den Embryo des Zitterrochens an. Die zartesten Aeste der Nervenfasern der scheinbar elektrischen Werkzeuge der gewöhnlichen Rochen verschwanden ihm unter der Masse der übrigen Gewebe, so daß er sie bis zu ihrem Endverlaufe nicht verfolgen konnte.

Die Schlingen der einzelnen Primitivfasern, die ich früher aus den Augenmuskeln des Zeisigs abgebildet hatte [3]), waren in der Folge von vielen Forschern in anderen Muskeln bestättigt worden. Hannover [4]) hatte sogar den Versuch gemacht, die Zahl derselben mit der der Primitivfasern in den Augenmuskeln des Frosches zu vergleichen. Sechs Bestimmungen der Art lieferten die Werthe 53 und 56, 33 und 27, 42 und 38, 31 und 30, 32 und 30, 38 und 37 Bogenschlingen und Nervenfasern.

R. Wagner [5]), der die physiologische Verwandtschaft der elektrischen Organe und der Muskeln ins Auge faßte (Bd. I. §. 350), suchte in diesen ähnliche Nervenenden, wie er sie aus den elektrischen Werkzeugen beschrieben hatte. Er sah in den Muskeln, die sich zwischen dem Zungenbeine und der Zunge des Frosches hinziehen, daß sich die Primitivfasern in dem Bereiche der Endgeflechte theilen, daß endlich blasse Fasern zum Vorschein kommen, die sich zu den Muskelprimitivfasern begeben, in diesen aber nicht weiter verfolgt werden können. Gerlach [6]) läßt die Theilungsfasern der Augenmuskeln des Hechtes in der Hülle der Primitivfasern verschwinden.

Hat man einen dünnen Muskel unter dem Compressorium behandelt, so wird man Theilungsbilder und blasse Fasern nicht selten wahrnehmen. Verfolgt man aber die Wirkung des Druckes Schritt für Schritt, so kann man sich oft überzeugen, wie Anschauungen der Art auf künstlichem Wege allmählig erzeugt werden. Was das scheinbare Auslaufen in die Muskelscheide betrifft, so können mehrere verschiedenartige Verhältnisse solche Bilder herbeiführen: 1) Manche Nervenfasern dringen vereinzelt oder zu mehreren zusammengehäuft in die Tiefe zwischen zwei Muskelfasern und entziehen sich daher dem ferneren Anblicke. Der Sachverhalt verräth sich hier bei genauer Einstellung des Brennpunktes. 2) Arbeitet man unter dem Compressorium oder hat man selbst nur einen dünnen Muskel mit den Nadeln hautartig ausgebreitet, so kommt es bisweilen vor, daß der Nerveninhalt an einzelnen Stellen verdrängt worden. Man sieht daher die leere Hülle als eine blasse Faser, die sich nach einigem Verlaufe dem Anblick zu entziehen pflegt. Prüft man ein solches Präparat unter hellem gelbem Lampenlichte, so gelingt es nicht selten, die entleerte Nervenhülle beträchtlich weiter zu verfolgen. 3) Hat man die Augenmuskeln von Fischen vor sich, so tritt oft ein Strang öligten Nerveninhaltes selbstständig heraus und bedingt bisweilen ein scheinbares freies Ende. Ein anderer Umstand verdächtigt übrigens alle diese Anschauungen. Man sieht nämlich häufig, daß eine Muskelfaser mit einer Reihe freier Nervenenden innerhalb einer kurzen Strecke versehen wird, während viele benachbarte Fasern kein einziges erhalten.

Was die Schlingenbildungen betrifft, so habe ich einfaserige Bogenschlingen in vielen quergestreiften Muskeln auch in neueren Beobachtungen wiedergesehen. Ich bemerkte sie z. B. in den geraden Augenmuskeln der Plötze (Leuciscus erythrophthalmus), in den Bündeln der Hinterhauptsmuskeln der Schleihe (Tinca chrysites), in den geraden Augenmuskeln und in einzelnen Kehl- und Zungenmuskeln (Mylohyoideus externus, Geniohyoideus und Genioglossus), des Frosches (Rana esculenta) und in den Bauchmuskeln der Maus (Mus musculus). Die einfache Schlinge verlief hierbei entweder zwischen zwei

[1]) R. Wagner, a. a. O. S. 384. 85. und Ueber den feineren Bau des elektrischen Organs im Zitterrochen. Göttingen 1847. 4. S. 21.
[2]) Ecker, a. a. O. S. 41.
[3]) Nova Acta Acad. Leopold. N. C. Tom. XVII. P. I. Tab. II.
[4]) A. Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague. 1844. 4. pag. 35.
[5]) R. Wagner, a. a. O. S. 386 u. 462.
[6]) J. Gerlach, Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Mainz 1848. 8. S. 107.

verschiedenen Stämmen oder zwischen zwei Zweigen desselben Astes. Man sah i
oben erwähnten Muskeln der Schleihe sehr deutlich, wie die Primitivfasern eine
Strecke verliefen, hierbei hin und wieder Seitenzweige abgaben, dann deutliche
bildeten und wieder eine weite Strecke gesondert zurückgingen.

Manche Forscher neigen sich zu der Ansicht, daß die Theilung der Nerv
und die oben erwähnte sogenannte Endigungsweise derselben eine Eigenthüm
der Bewegungswerkzeuge und der ihnen analogen Organe sei. So richtig es
daß die Theilungen in den Plättchen der elektrischen Organe und in den Mus
Unzweifelhaftesten hervortreten, so wenig läßt sich jener Satz festhalten, wenn
Gebilde, in denen bis jetzt Theilungsbilder gesehen wurden, in Betracht zieht. T
ven der Kehlblase der männlichen Frösche können z. B. am Ehesten gegen jene
zeugen.

Was die freien Enden der Nerven betrifft, so wird Jeder, der sich mit die
genstande beschäftigt hat, zugeben, daß die hierfür zeugenden Anschauungen bei
Betrachtung immer mangelhaft erscheinen. Verfolgt man die Sache unter de
preparirmm und arbeitet man vorzüglich mit hellem gelbem Lampenlicht, so w
finden, daß sich die scheinbaren freien Enden auf zwei Fälle zurückführen lassen.
Nervenfaser ist an einer Stelle abgerissen, durch Druck oder aus einem anderen
ihres Inhaltes beraubt und überhaupt verletzt oder von Nachbargebilden theilw
deckt. 2. Man ist nicht im Stande, sie in den Geweben weiter zu verfolgen, w
zu undurchsichtig sind oder aus mannigfachen störenden Theilen bestehen. Man h
in dem ersteren Falle ein Kunstproduct und weiß in dem letzteren, daß man di
Endigungsweise der Fasern nicht ermitteln konnte.

Die Zunge des Frosches liefert ein deutliches Beispiel, welche Schwierigke
der Verfolgung der Nervenenden in den scheinbar passendsten Organen entgegensetze
findet hier zahlreiche, unter den übrigen kleineren zerstreute Warzen von größer
fange. Ein Bündel, daß meist, wie es scheint, 4 Nervenfasern führt, begieb
jede von ihnen. Es zeichnet sich so scharf ab, daß man glauben sollte, die End
weise dieser Nerven müßte hier mit der größten Leichtigkeit verfolgt werden könne
meisten Schnitte, die man sich aus der Froschzunge bereitet, liefern kein sicheres
niß. Die umspinnenden Haargefäße und das Pflasterepithelium, welche die gan
gewarze überzieht, hindern oft jede sichere Verfolgung. Man glaubt hin und
freie Nerven, den zu sehen. Prüft man die Sache genauer, so überzeugt m
bald, daß die Endstücke der Nervenfasern verletzt worden.

Die inneren Gehörwerkzeuge liefern am Leichtesten Anschauungen von Schli
dungen. Knochenfische, wie die Forelle, der Hecht, der Karpfen u. dgl. gewähren
zweierlei Vortheile. Ihre zusammenhängenden Gehörsteine können leicht, ohne d
parat zu zerstören oder zu verunreinigen, entfernt werden. Die Nervenfasern selbst
überdies eine beträchtliche Breite. Ich habe diese Schlingen in den Gehörwer
des oben erwähnten, in Salz aufbewahrten Zitterrochen ohne Schwierigkeiten
und ebenso oft genug in denen der Frösche und der Vögel wahrgenommen. H
ver[illegible] hat sie auch aus den Ampullen der halbcirkelförmigen Kanäle und dem M
der menschlichen Gehörwerkzeuge abgebildet.

Das Zahnsäckchen der Säugethiere liefert ebenfalls häufig Anschauungen von
gendeihungen. Die Nervenfasern werden nur hier schon durch das Aufklopfen der
das Ausziehen und das Aufschneiden des Säckchens leicht verletzt. Druck od
müssen oft zu Hilfe gezogen werden, zwei Mittel, welche die Continuität der
an einzelnen Stellen unterbrechen können. R. Wagner[3]), der mit Voll
die Bildung von Endschlingen für physiologisch unmöglich hielt und sie nach sei
wähnten Untersuchungen in Abrede stellte, scheint sie hier in jungen Kaninchen e
gesehen zu haben. Eine Schlinge war ihm unzweifelhaft, die anderen schienen
schlingen darzustellen. Gerlach beobachtete ebenfalls die Schlingen in der
pulpe des Kalbes. Nicht minder häufig sieht man sie in den Tastwärzchen und
zeinen Schleimhäuten.

---

[1]) Hannover, a. a. O. Taf. III. Fig. 49. 50.
[2]) R. Wagner, a. a. O. S. 389.
[3]) J. Gerlach, Handbuch der allgemeinen und speciellen Geweblehre. Mainz
S. Seite 155.

Das Auge liefert mehrere Theile, an denen man Faserschlingen darzustellen vermag. Die mit quergestreiften Fasern versehene Regenbogenhaut der Tauben, der Hühner und der Gänse und die mit einfachen ausgerüsteten weißer Kaninchen zeigen sehr zahlreiche Endgeflechte der Nerven. Schnitt ich noch in neuester Zeit ein Stück des Pupillenrandes aus einem erwachsenen Albinokaninchen aus, befeuchtete es mit schwacher Kalilösung und prüfte es unter hellem gelbem Lampenlichte, so erhielt ich eine ähnliche Anschauung, wie ich sie früher aus der Regenbogenhaut blauäugiger Gänse abgebildet hatte [1]). Die Bogenschlingen der Nervenfasern verliefen auch hier eine Strecke weit von dem Rande des Sehloches entfernt. Enthält die Regenbogenhaut kleine Pigmentablagerungen in reichlicher Menge, so wird man den Nervenverlauf vergeblich zu verfolgen suchen. Der gelbe Theil der Iris des Schaafes spottete z. B. daher auch allen meinen Bemühungen. Fällt dieses Hinderniß hinweg, so wird man sicherere Anschauungen bei einiger Geduld erhalten können.

Purkinje [2]) und Kölliker [3]) haben schon auf die Endnetze, welche in der Hornhaut auftreten, aufmerksam gemacht. Ich habe diese Formen ebenfalls mehrfach, vorzüglich in der Hornhaut des Kaninchens und der Ratte gesehen. Die Schlingen, welche z. B. Purkinje [4]) aus der Rückenmarkshaut des Rindes und Kölliker [5]) aus dem Schwanze der Froschlarven beschreiben, die, welche man nicht selten in den Wärzchen der Lederhaut oder vieler Schleimhäute, sobald nur die Epithelien nicht stören, wahrnimmt, können endlich ebenfalls noch als Belege angeführt werden.

Es kommt in den meisten dieser Präparate vor, daß einzelne Nervenfasern an einer Stelle ihres Verlaufes verschwinden, sei es, daß sie von undurchsichtigeren Geweben verdeckt werden oder irgend eine der früher erwähnten Verletzungen erlitten haben. Diese Nebenfälle können natürlich nicht gegen die Anwesenheit von Schlingenbildungen zeugen.

Man kann mit Recht einwenden, daß die Schlingen die letzten Enden der Nerven noch nicht darstellen, daß diese nur umbiegen, um in der Folge auf irgend eine Art aufzuhören. Zweierlei Gründe sprechen gegen diese Auffassung. 1) Sieht man oft in den Enddezirken Nichts als Schlingen. 2) Ueberblickt man das Ganze in den Zungenwärzchen des Frosches und zum Theil in kleineren Zahn- und Gehörsäckchen so sehr, daß jener Einwand sein Gewicht größtentheils verliert.

Eine Art von Schlingenbildung, welche bisweilen die Nervenstämme selbst darbieten, beruht vielleicht nur auf einer untergeordneten Verlaufeigenthümlichkeit der Fasern. Hatte ich den Brustheil der Speiseröhre einer Maus (Mus musculus) der Länge nach aufgeschnitten, flächig ausgebreitet und mit Kali etwas durchsichtiger gemacht, so lieferte der eine herablaufende Vagusstamm eine Anschauung, wie es uns Kupfertafel Fig. 6. darstellt. Zwei Primitivfasern bildeten gesonderte Schlingen und die beiden Schenkel ließen sich, so weit es die Zeichnung zeigt, mit Sicherheit verfolgen. Ich habe diese Anschauung in einer zweiten Maus wiedergefunden. Der Stamm des herumschweifenden Nerven zeigte hier eine oberflächliche Schlinge bei dem ersten Anblicke. Zerfaserte ich ihn und betrachtete ihn unter schwacher Kalilösung, so konnte ich fünf solcher Schlingen in dem unter dem Mikroskope befindlichen Bruchstücke mit Sicherheit zählen. Die Bogenschenkel ließen sich wieder eine beträchtliche Strecke rückwärts verfolgen. Der rechte und der linke, der Speiseröhre anliegende Bruststamm des herumschweifenden Nerven einer Spitzmaus (Sorex araneus) bot die gleichen Schlingenbildungen in mehreren Anschauungen dar. Die eine Faser kam in der Richtung von dem Kopfe nach dem Schwanze herab, bog im Innern des Nerven, wie es die Abbildung zeigt, um und kehrte in der Bahn nach dem Kopfe von Neuem zurück.

Man könnte diese Schlingen als Nervi Nervorum, wie sie von Gerber beschrieben werden, deuten wollen. Allein ihre Häufigkeit in dem oben genannten herumschweifenden Nerven, während sie sonst so selten vorkommen, scheint gegen diese Auffassungsweise zu sprechen. Man darf vorläufig annehmen, daß hier die Nervenfasern umbiegen, um andere Theile mit ihrem zweiten Bogenschenkel aufzusuchen.

---

[1]) Nova acta, a. a. O. Taf. V. Fig. 28.
[2]) Purkinje, in Müller's Archiv. 1835. S. 292.
[3]) Kölliker. in den Mittheilungen der Zürcher naturforschenden Gesellschaft. Heft II. Zürich 1848. 8. S. 89 — 92.
[4]) Purkinje, a. a. O. S. 283. 84.
[5]) Kölliker, in den Archives d'Anatomie etc. Paris 1846. 8. p. 263. 64.

Wir haben bis jetzt nur die Fälle, in welchen die Schlingen einen markigen Inhalt führen, betrachtet. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß dieſer in manchen Fällen unſichtbar wird, ehe die Nerven ihren Endverlauf erreichen.

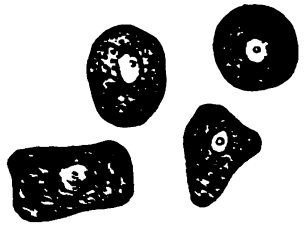
Die Plättchen der elektriſchen Werkzeuge des Zitterrochen können dieſen am beſten erhärten. Kupfertafel Fig. 7 und 8 liefern uns zwei Anſchauungen, die ich an der Unterſuchung eingeſalzener vor einer Woche eingefangener Zitterrochen (Torpedo Galvanii) entworfen habe. Die markigen Faſern, die von verhältnißmäßig ſtarken mit einzelnen Stellen mit Kernen verſehenen Hüllen umgeben werden, theilen ſich gabl verlaufen dabei in verſchiedenen Höhen des Plättchens und gehen endlich in blaſſ bis gelblich erſcheinende Faſern, die keinen deutlichen Markinhalt erkennen laſſen. Wenn R. Wagner nur den Anfang dieſer Gebilde beſchrieben und abgebildet hat, lag dieſes wahrſcheinlich in dem Gebrauche unvollkommener Mikroſkope. Gerade die Endfaſern der friſcheren elektriſchen Nerven bilden nämlich einen der beſten Prüfſteine zur Prüfung beſſerer Linſen. Die neueſten Schiek'ſchen Objective gaben hier die hier zu beſchreibende Anſchauung mit einer Deutlichkeit, welche Mikroſkope, die ſich für die Schuppen von Hippurchis Janira bewährten, nicht dargeboten haben.

Die blaſſen Faſern nämlich, welche bauchigte Anſchwellungen mit Kernen an einzelnen Stellen beſitzen, theilen ſich immer weiter gabelig, werden dabei immer feiner und blaſſer und verlaufen zugleich in verſchiedenen Höhen des ſchon an und für ſich dünnen Plättchens. Man bemerkt daher ein Netzwerk, wie es Kupfertafel Fig. 7 und 8 angegeben iſt, vorzüglich, wenn man ſich des beſchatteten Tages- oder des gelben Lampenlichtes bedient. Ein Theil dieſer Netze beruht auf einem Täuſchungsbilde, indem die feinen Gabeläſte in ſehr geringen Höhen über einander hinweggehen. Man überzeugt ſich aber doch auch bei genauerer Betrachtung, daß wahre Anaſtomoſen nichts weniger, als ſelten ſind. Die Theilung der markigen Faſern und die der feinen markloſen Gebilde bedingen hier einen Nervenreichthum, wie er in wenigen anderen Organen vorkommen dürfte. Die feinſten Netze füllen Alles auf das Dichteſte, wenn man die friſchen Plättchen mit den beſten Schiek'ſchen Objectiven betrachtet.

Die Endnetze der Hornhautnerven und die feineren Verbreitungen der Geruchsnerven laſſen keinen deutlichen öligten Inhalt nach den Beobachtungen von Köllicker, Remak, Ecker und mir mit Sicherheit erkennen. Wir werden ſpäter ſehen, daß das Gleiche für viele Verzweigungen der herumſchweifenden und der ſympathiſchen Nerven wiederkehrt. Man muß ſich übrigens auch hier vor Täuſchungen in Acht nehmen. Es kann ſich nämlich ereignen, daß ein dünnes Nervenbündel, dem aller öligte Inhalt in der Behandlung mit Waſſer und ſelbſt bei dem Gebrauche des Compreſſorium zu fehlen ſcheint, ihn nach der Anwendung von Kalilöſung deutlich darbietet. Präparate, die 24 Stunden in Weingeiſt gelegen haben, dienen auch oft beſſer, als ganz friſche. Die verhältnißmäßig ſehr ſtarken Hüllen werden in dieſen Fällen ſo undurchſichtig, daß der geronnene Nerveninhalt im unverſehrten Zuſtande nicht durchſchimmert.

4604 Die Ganglienkugeln, die Ganglien- oder Nervenkörper, die Belegungskugeln (Fig. 354.) finden ſich in allen Nervenknoten des Menſchen und der bis jetzt genauer unterſuchten Thiere. Eine größere Menge von ihnen liegt meiſt haufenweiſe beiſammen. Es kommt jedoch auch vor, daß nur eine einzige oder wenige zwiſchen oder neben den Nervenfaſern bemerkt werden. Sie ſcheinen nie frei zu liegen, ſondern immer von einfachen oder mehrfachen Hüllen umgeben zu werden. Dieſe Scheiden verlängern ſich häufig nach beiden Seiten in Fortſätze, die oft z. B. in Fröſchen keinen markigen, gewöhnlichen Nerveninhalt darbieten. Man kann jedoch häufig vorzüglich in Fiſchen, Präparate darſtellen, in denen die beiden von den

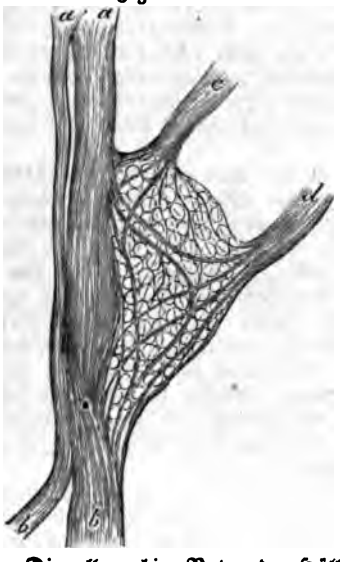
Fig. 354.



Ganglienkugel ausgehenden Scheidenfortsätze einen markigen Nerveninhalt früher oder später zeigen. Eine Reihe eigenthümlicher Hüllengewebe tritt vorzüglich im Menschen und in den Säugethieren in reichlicherem Maaße hervor. Eine streifige Grundmasse trägt hier zahlreiche aufliegende Kerne, welche kreisförmig um die Ganglienkugel herumlaufen und sich dann in Längslinien den von hier ausgehenden Streifen gemäß vertheilen. Es sind dieses die sogenannten organischen, gallertigen oder Remak'schen Fasern.

Untersucht man einen größeren, noch hinreichend durchsichtigen Nervenknoten unter schwachen Linsen, so sieht man, daß ein Theil der Nervenfasern in dichteren Bündeln hindurchgeht, ein anderer dagegen sich vereinzelt durch die neben und über einander gelagerten Ganglienkugeln durchwindet, so wie es Fig. 355 aus dem zehnten Brustknoten des linken sympathischen Nerven der Katze andeutet. Man nennt die erstere Art von Fasern die durchsetzenden, die letzteren dagegen die umspinnenden Nervenfasern.

Fig. 355.



Vergleicht man im Menschen einen einfachen Cerebrospinalnerven, z. B. den Hüftnerven mit einem Zweige, der aus den Bauchgeflechten des sympathischen Nerven heraustritt, so sieht man, daß dieser schon in der ganz frischen Leiche blasser, grauweißer und gleichsam gallertartiger erscheint. Hat die Fäulniß tiefer eingegriffen, so nimmt das Ganze eine röthlichere Färbung an. Die Eigenthümlichkeit hängt wahrscheinlich vor Allem von den oben erwähnten Scheidenfortsätzen oder Remak'schen Fasern ab. Manche Forscher hielten diese Gebilde für ächte Nervenfasern, welche die Ernährungserscheinungen leiten. Die zellgewebige Natur der Hüllen, der Umstand, daß sie häufig früher aufhören, als der Nerv selbst sein peripherisches Organ erreicht, und ihr sparsames Vorkommen in den Fröschen und den Fischen sprechen gegen diese Auffassungsweise. Ihr physiologischer Nutzen ist bis jetzt noch unbekannt.

Herrschen die Scheidenfortsätze oder die gewöhnlichen Zellgewebshüllen bedeutend vor, so werden häufig die ächten zwischen ihnen verlaufenden Nervenfasern unkenntlich. Die Zerfaserung bringt bisweilen einzelne von ihnen zur Anschauung. Die Befeuchtung mit Kalilösung läßt den öligten Nerveninhalt vieler, während das Uebrige durchsichtiger wird, deutlich hervortreten. Manche gehen aber auch hierbei durch völlige Auflösung eher zu Grunde. Bestehen die Hüllen der Nervenfasern aus vollständig entwickeltem Zellgewebe, so verrathen sich diese schon selbst in stärkeren Bündeln durch ein eigenes streifiges Gefüge. Man erkennt hieran mit Leichtigkeit die Nervennatur des Ganzen, wenn man auch den markigen Inhalt der Nervenfasern noch nicht bemerkt. Enthält daaegen der Nerv eines Menschen oder eines Säugethieres reichliche Scheidenfortsätze, so ereignet es sich nicht selten, daß Alles eine graue oder grauröthliche, streifige Masse bildet, in der sich oft die markigen Nervenfasern nur mit Hilfe von Kali und selbst hierdurch bisweilen nicht einmal nachweisen läßt. Man kann z. B. auf diese Art ganze Zweige des Samengeflechtes des Hundes untersuchen, ohne daß man eine einzige markige Faser darzustellen im Stande ist.

Robin [1]), R. Wagner [2]), Bidder und Reichert [3]) fanden unabhängig von

[1]) Robin, in Schleiden u. Froriep's neuen Notizen. Bd. VI. Nro. 118. Weimar 1848. 4. S. 119. 120.

[2]) R. Wagner, a. a. O. S. 362 fgg. [3]) Bidder, a. a. O. S. 26 fgg.

einander, daß die Faserfortsätze der Ganglienkugeln vieler
kigen Nerveninhalt darbieten. Sie nehmen daher an,
Verlaufe einer ächten Nervenfaser eingeschaltet ist. Die
untersuchten vorzüglich Knorpelfische und zwar die gewöh
chen, die letzteren dagegen besonders Knochenfische, wie
Barsch (Perca fluviatilis), eine Salmenart (Salmo Jas. A
(Esox lucius).

Ich habe diese Thatsache in der Schleihe (Tinca chry
der Flußforelle (Salmo fario), dem Aale (Anguilla fluvia
narke und T. galvanii), der Chimäre (Chimaera monstro
marinus) und ein Mal auch im Querder (Ammocoetes
ser'sche Knoten des dreigetheilten Nerven eignet sich dur
Prüfungen. Nächst ihm kommen die Spinalknoten der 9
knoten des herumschweifenden Nerven, die Knoten der
Grenzstranges des sympathischen Nerven setzen häufig i
Hüllenbildung wegen nicht unbedeutende Schwierigkeiten
habe jedoch die Sache auch hier, so wie in einzelnen mi
tenastes (R. lateralis) der Quappe und der Lamprete m
können.

Die Größe und das Alter des Thieres üben hier
Erwachsene Geschöpfe pflegen die schönsten Bilder zu
Aales, des Hechtes, der Quappe, der Forelle, der Lamp
Anschauungen, so wie man nur hinreichend kleine Absch
zerrupft hat. Es ist mir in der Bachforelle vorgekomme
lerer Größe eine Reihe der deutlichsten Bilder in dem Ga
zwei andere ungefähr gleich große Thiere so trübe Hülle
einziges befriedigendes Präparat gelang. Das Gleiche n
und kleineren Schleihen, die ich zu untersuchen Gelege
ein Mal die doppelten Fortsätze in dem Vagusknoten a
setzung des Fisches begonnen, so gelingt die Zerfase
Scheidenfortsätze leichter. Der Nerveninhalt ist aber da
die Bilder in dieser Hinsicht unvollkommen bleiben.

Man findet in allen gelungeneren Präparaten, d
eine graue bis grauröthlich, körnig gerieselte und sich lei
kugel umgiebt und sich dann in einen Faserfortsatz nach
blickt man zugleich einen öligten Nerveninhalt, so wechsel
lienkugel in den einzelnen Anschauungen in hohem Grad
aber nur davon her, daß die natürlichen Verhältnisse be
sind. Fast alle Bilder gehören in dieser Beziehung zu
Kupfertafel Fig. 9 bis Fig. 13 kann uns die vorzü
man hier begegnet, versinnlichen. Fig. 9 und 10 stamme
der Flußforelle, Fig. 11 aus dem des Aales, Fig. 12 a
aus den Knoten der vorderen Wurzelbündel des berum
genannten Thieres.

Der öligte Nerveninhalt, *a* Fig. 9, geht bis zu
und hört hier plötzlich auf. Es ereignet sich in and
in die Hülle der Ganglienkugel hineingedrängt erschei
Strecke weit vor ihr unkenntlich wird. Wir sehen
Mark an der einen Seite in einem größeren geron
anderen mit einzelnen Bruchstücken *b* über die Fasergrenz
Halbbogen von Mark *c* zieht sich noch an dem Seitenr
tafel Fig. 10 zeigt uns einen Fall, den man besonders
niß weich gewordenen Gasser'schen Knoten häufig antrif
fast die ganze Erweiterung der Kapsel an. Er setzt
Faser fort. Die andere *b* zeigt nur die Merkmal
stellt uns den Fall dar, in welchem die beiden Faserk
dengebilde erkennen lassen. Ein Stück geronnenen M
Kapsel, während eine markige Primitivfaser *d* über d

ungen, in denen die zufällig hierher verschlagene Markmasse mangelt, das Uebrige aber wie es Fig. 12 erscheint, kommen häufig vor. Fig. 11 giebt uns nur ein Beispiel, in dem der öligte geronnene Inhalt von *a* vor der Hülle der Ganglienkugel *b* aufhört. Man kann aber hier keine scharfe Grenze, an der der Nerveninhalt *b* vermißt wird, angeben. Das Mark der Faser *c* schwindet ebenfalls vor der Ganglienkugel. Die Zwischenstrecke *d* der gefalteten und vielleicht aufgeschlitzten Scheide ist verschmälert, zerrissen und ausgezogen. Fig. 9 *d* versinnlicht uns endlich ein Beispiel, in dem umgekehrt ein Theil der körnigen Masse der Ganglienkugel in den Anfang der Primitivfaser *c* hineingedrückt worden.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die meisten, wo nicht alle diese Bilder von den Störungen des Druckes, der die Zerfaserung begleitet, herrühren. Die Frage, wie sich hierbei der Inhalt der Faserfortsätze zur Ganglienkugel verhalte, gehört zu den schwierigsten Aufgaben der mikroskopischen Anatomie. Die Ränder der Ganglienkugelmasse sind immer scharf abgeschnitten. Dieses und ihre Beschaffenheit überhaupt weisen den Gedanken, daß sie in den markigen Nerveninhalt allmählig übergehe, entschieden zurück. Man sieht bisweilen, daß das Mark an dem Faserübergange der Begrenzung der Ganglienkugel entsprechend scharf aufhört (Kupfertafel, *d* Fig. 13), oder daß etwas Aehnliches, aber mit keiner entschiedenen Grenzlinie wiederkehrt (*a* Fig. 9). Die Hülle der Ganglienkugel zeigt meist einen schmalen hellen Zwischenraum (*e* Fig. 9, *d* Fig. 10., *e f* Fig. 12, *e* Fig. 13.). Die Annahme, daß auch dieser markigen Nerveninhalt führt und, daß die Ganglienkugel im Nervenmarke schwimmt, hat aber dessenungeachtet wenig für sich. Ist auch das übrige Mark geronnen, so bleibt dieser Zwischenraum dessenungeachtet meistentheils hell und gleichförmig. Man bemerkt zwar bisweilen Faltungen (*e* und *f* Fig. 11), allein nach außen von diesen liegt noch ein helles Band, wenn selbst offenbar Nervenmark längs des Seitenrandes der Ganglienkugel hinabgepreßt worden (Kupfertafel, *c* und *e* Fig. 13). Wurde der ganze Nerveninhalt in die bauchige Anschwellung hineingedrängt, so fehlt jenes dessenungeachtet nicht (*d* Fig. 10.). Befeuchtet man das Präparat mit starkem Weingeist, so erscheint die Ganglienkugel verhältnißmäßig kleiner, das umgebende Scheidenband dagegen beträchtlich breiter. Untersucht man z. B. den Gasser'schen Knoten eines Hechtkopfes, der Jahre lang in Weingeist aufbewahrt worden, so erhält man die gleichen zuletzt erwähnten Bilder. Nur ist der Markinhalt der Fasern in der Regel gänzlich verloren gegangen.

Die Faserfortsätze scheinen in den meisten Fällen von den beiden Endpolen der Ganglienkugelkapsel auszugehen. Fig. 12 *e* zeigt uns jedoch einen der Quappe entnommenen Fall, in dem der Faseranfang eine Strecke weit auf die flache bauchigte Hülle verfolgt werden konnte.

Man kann häufig im Frosche wahrnehmen, daß die Scheide der Ganglienkugel in Fasern nach beiden Seiten hin ausläuft. Die Randtheile vieler Knoten des Grenzstranges zeigen durchsichtigere Stellen, an denen Haufen von Ganglienkugeln liegen. Es gelingt hier nicht selten zwei von den Polen der Scheide ausgehende Schwänze wahrzunehmen. Man sieht das Gleiche bisweilen in zerfaserten Stückchen des Gasser'schen Knotens, einzelner Knoten des Grenzstranges und dgl. Macht man die Wandungen und vorzüglich die Scheidewandgegend der Vorkammern des Herzens mit Kali durchsichtiger, so erhält man häufig ähnliche Anschauungen. Einen der besten Gegenstände endlich bildet das Harnblasengekröse kleiner Frösche. Es ist dieses eine dünne durchsichtige Haut, die oft keinen Druck und keine fremdartige Flüssigkeit zur Untersuchung erfordert. Man findet hier zahlreiche, theils vereinzelte, theils haufenweise gelagerte Ganglienkugeln an den einzelnen feinen Nervenästen, welche das Ganze in reichlicher Menge durchsetzen. Kupfertafel Fig. 14 giebt uns einige Bilder aus dem mit Kali etwas durchsichtiger gemachten Harnblasengekröse des Frosches.

Die doppelten Fortsätze *a* und *b* sind hier hell und halbdurchsichtig. Sie unterscheiden sich aber meistentheils in Farbe und Aussehen von den der mit öligtem Inhalte versehenen Nervenfasern *c*. Die Behandlung mit Kali macht diese deutlicher und löst endlich das Mark gänzlich auf, während jene die doppelten Contouren eines Markinhaltes zu keiner Zeit darzubieten pflegen. Man sieht den Unterschied am Deutlichsten, wenn gerade eine Nervenfaser dicht an und neben einer Ganglienkugel und ihren Scheidenfortsätzen dahingeht (*d* Fig. 14.). Helle und blasse Fasern, die mit diesen in ihrem Aussehen übereinstimmen,

zeigen sich hinter im Verlaufe der Nervenstämmchen
tet heraus, daß sich viele Scheidenfortsätze vorfinden,
nachweisen läßt.

Es ereignet sich nicht selten, daß einzelne Ganglien
Kölliker behandelt hat, hüllenlos dazuliegen scheinen
aber mit Recht vermuthen, daß dieses von der Behan
sind die Bilder, in denen ein Scheidenfortsatz zwei Gan
Eine ähnliche Auffassung habe ich schon früher aus
Nervenstämmchen dargestellt [1].

Manche Forscher haben angenommen, daß jede
Fasern in Verbindung stehen. Die Frösche zeugen ge
sehr häufig in einzelnen Stellen des Grenzstranges m
Intervallen, zwischen denen sich keine Nervenfasern erke
ersten Blick, als wenn auch keine Scheidenfortsätze ve
Präparate mit stärkeren Vergrößerungen genauer, so
Gegentheil. Diejenigen Stücke, in welchen eine grö
an einem Knäuel, das nur aus wenigen Fasern besteht,
mehrere Fasern noch eher entscheiden. Ludwig [2] hat
in der Darmwand des Froschherzens Fälle auftreten, i
4 bis 5 Primitivfasern kommen. Das Harnblasengeflec
sind ausgezeichnete Beispiele der Art. Ich erhielt z. B.
ein Knäuel das nur aus zwei Nervenfasern bestand, 7
der dicken waren wieder durch einen Scheidenfortsa
verbindung verbanden. Ein Zweig eines anderen Pr
Primitivfasern stehe, war von mindestens 24 Ganglien
auf einer Strecke vor, daß zwei, drei oder mehr Gang
die abwechselnd gegen, von einer gemeinschaftlichen
Scheidenfortsätze nach beiden Seiten ausgehen, umgeben we
Nerven an den Rändern gefaserter Stücke des Gren
mehrpolaren Ganglien, die an den oberen Theilen der

Die feinsten Fasern, welche in den
Präparaten zu sehen sind, die genauere Beobachtung. M
Fasern der Nerven, die beim Austreten aus den Ganglien
einige mit aus dem Ganglion oder einem anderen Kn
Ganglien treten, z. B. des Kaninchens oder der Maus un
von Primitivfasern der Ausläufer in hohem Grade. Sehr
feinen Fasern, welche mit noch die verhältnißmäßig b
ist nicht selten z. B. eine kurze Strecke eines solchen, a
Ganglions, das Schenkels zusammengesetzten Präparates.
Primitivfasern um die Ganglienkugeln kreisförmig herum
feine Fasern, welche Faserfortsätze, die nach beid
einander in Schlingen mehr oder minder deutlich wahrnet

Aus dem Gesagten ergiebt sich die Uebereinstimmung des bisher Gefunden
Ganglien mit Ganglienkugeln im Faserfortsätze, die
abgehen. Man hat nur Acht zu geben, daß der n
von den an Ganglienkugeln reichen, daß der n
von den an Ganglienkugeln reichen. Das nähere Verh
Primitivfasern zu einander stehen, ob sie an einander stoß
gehen, ob sie sich nicht an einander Scheidenfortsätze ermittelt.
Präparate mit Primitivfasern, in denen sich ke
Ganglienkugeln und die Primitivfasern ganze Strecken weit
Ganglienkugeln. Die feinsten Nervenprimitivfasern
Ganglienkugeln, daß nicht auf diese Gebilde achte
Nervenfasern, welche mit Ganglienkugeln
Ganglienkugeln.

[1] Nervenphysiologie. a. a. O. Taf. VII. Fig. 30.
[2] Ludwig, in Müller's Archiv. 1848. S. 142.

Petit hatte ſchon im vorigen Jahrhundert angenommen, daß der 4605
ympathiſche Nerv ein eigenes, von dem Gehirn und dem Rückenmarke un-
bhängiges centrales Nervenſyſtem darſtellt. Reil und Bichat ſuchten
ieſe Anſicht, vorzüglich aus allgemeinen theoretiſch-phyſiologiſchen Grün-
en zu ſtützen. Man ſprach daher häufig von einer Selbſtſtändigkeit des
anglienſyſtems. Bidder und Volkmann glaubten in neuerer Zeit
ie Richtigkeit dieſer Anſicht auf anatomiſchem Wege nachweiſen zu können.
rüft man alle bis jetzt bekannten Thatſachen, ſo ergiebt ſich, daß ein
hr großer Theil der ächten Primitivfaſern, wo nicht alle, welche aus
en Knoten des Sympathicus oder aus anderen Ganglien austreten, mit
em Rückenmarke oder dem Gehirn, gleich den anderen Cerebroſpinalner-
en zuſammenhängen. Man kann dagegen kaum bezweifeln, daß eine Fa-
rvermehrung in den Ganglien, wie an anderen Stellen des peripheri-
hen Nervenſyſtemes vorzukommen pflegt.

Remak [1]) hatte ſchon bemerkt, daß die ächten Nervenfaſern, die man in den Aeſten
es Sympathicus bemerkt, ſehr ſchmale Durchmeſſer darbieten. Purkinje, Pappen-
eim und Roſenthal hatten zum Theil die feinen Faſern als vegetative Faſern an-
ſehen und der erſtere ſie vorzüglich an der weichen Hirnhaut beobachtet (S. 597).
ch gab endlich an, daß ſehr dünne ächte Nervenfaſern in dem ſympathiſchen Nerven,
uf den Blutgefäßen und den Drüſengängen häufig angetroffen werden [2]). Bidder und
olkmann [3]) betrachteten nun die ſchmalen Faſern als die eigenthümlichen Faſern,
elche von dem Ganglienſyſteme ausgehen, während die breiten aus dem Gehirn und
m Rückenmarke entſpringen. Sie nannten daher die erſteren ſympathiſche und die letz-
ren animale Faſern. Sie machten darauf aufmerkſam, daß offenbar eine größere
Menge ächter Nervenfaſern aus manchen Knoten aus- als eintreten. Man gelangt zu
ieſer Ueberzeugung, wenn man die Faſerverhältniſſe des geſammten Grenzſtranges
es Sympathicus im Froſche mikrometriſch verfolgt. Der Augenknoten der Katze, der
auptknoten des herumſchweifenden Nerven der Fiſche führt zu dem gleichen Ergebniſſe.
ie Vervielfältigung tritt um ſo auffallender hervor, als die Zweige, welche das Gang-
on entläßt, weit mehr feine Faſern, als die eintretenden Stämme darbieten.

Bidder und Volkmann betrachteten daher die Nervenknoten als anatomiſche
entralwerkzeuge. Neue ſympathiſche Nervenfaſern entſtehen nach ihnen in den Knoten
er hinteren Rückenmarkswurzeln und gehen dann theils zum Rückenmarke, theils zu
m Grenzſtrange des Sympathicus, in deſſen Ganglien, ſo wie in den übrigen Kno-
n überhaupt friſche ſympathiſche Faſern hinzukommen. Die Cerebroſpinalnerven führen
ine Miſchung animaler und ſympathiſcher Faſern. Beide laſſen ſich durch ihre Durch-
eſſer, zwiſchen denen faſt keine Mittelformen vorkommen, unterſcheiden. Der Stamm
es Sympathicus des Menſchen lieferte z. B. 0″, 00012 bis 0″, 00022 für die ſympa-
hiſchen und 0″,00046 bis 0″, 00068 für die animalen Faſern, während die Mittelgrößen
″, 00023 bis 0″, 00045 gar nicht vorkamen. Volkmann [4]) zerfaſerte daher eine
roße Reihe beliebiger Körpernerven, ſuchte die gegenſeitigen verhältnißmäßigen Mengen
es dünnen und der dicken Faſern zu beſtimmen und betrachtete die erſteren als ſympa-
hiſche, in dem oben erwähnten Sinne. Es ergab ſich hierbei, daß die dünnen Faſern
n den Zweigen, welche zu unwillkührlichen Muskeln gehen, in hohem Grade vorherrſchen,
n denen hingegen, die zu willkührlichen Muskeln verlaufen, beträchtlich zurücktreten.

---

[1]) R. Remak, Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berolini 1838. 4. p. 6.

[2]) Vergl. über alle dieſe Beobachtungen Repertorium. Bd. V. 1840. S. 79 — 85.

[3]) F. H. Bidder u. A. W. Volkmann, Die Selbſtändigkeit des ſympathiſchen Nervenſyſtems durch anatomiſche Unterſuchungen nachgewieſen. Leipzig 1842. 4. S. 16 fgg.

[4]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie. Bd. II. S. 591 — 599.

Die Nerven der empfindlichen Schleimhäute enthalten mehr feine Fasern, als die der äußeren Haut. Jene treten auch in reichlicher Menge in den Drüsennerven hervor.

Es ist, wie sich von selbst ergiebt, nicht gerechtfertigt, jede schmale Faser, die wir in irgend einem Nerven finden, ohne Weiteres als sympathische anzusprechen. Besieht man aber die Verhältnisse genauer, so spricht eine Reihe von Gründen gegen die [illegible] erwähnte Auffassungsweise.

Halten wir uns an die Nervenstämme, so finden wir zahlreiche breite Fasern in den bewegenden Wurzeln der Rückenmarksnerven und in manchen vorzugsweise bewegenden Anfängen der Hirnnerven, wie z. B. in dem gemeinschaftlichen Augenmuskel, dem Abmuskel, dem äußeren Augenmuskelnerven, dem Antlitznerven und dem Unterzungennerven des Menschen. Der Grenzstrang des sympathischen Nerven und die von ihm und den Eingeweideknoten ausstrahlenden Aeste enthalten häufig vorherrschend feine Fasern. Dieselben kommen sogar oft in manchen Aesten ausschließlich vor. Man stößt jedoch auch auf einzelne oder zahlreiche breitere. Untersuchte ich z. B. den Grenzstrang eines [illegible] grünen Grasfrosches in der Gegend der Nieren, so fand ich ganze Bündel breiter Nervenfasern. Der linke größere Eingeweideast (R. splanchnicus major [illegible] wöchentlichen Albinokaninchens führte feinste (= 0''', 0017.), mittelfeine (= [illegible]) und grobe Fasern (= 0''', 0050). Obgleich er in seinem Verlaufe, den ich [illegible] Bruchstücken verfolgte, mindestens drei mikroskopische Ganglien darbot, [illegible] doch noch die breiten (= 0''', 0050 bis 0''', 0061) und die mittelbreiten (= [illegible]) neben feineren (= 0''', 0016) unmittelbar vor der Einsenkung in das Sympathicus wieder. Ein Ast, der aus diesem entsprang, enthielt noch Fasern von 0''', [illegible] Durchmesser.

Es können mithin Fasern von beträchtlicher Breite, wenn auch in den [illegible] Fällen in dem Grenzstrange und den Zweigen des Sympathicus vorkommen. [illegible] hat allerdings häufig, daß viele Aeste fast nur aus feinen Fasern bestehen. Man [illegible] in den verschiedensten Nerven, daß einzelne Bündel vor Allem schmale, andere [illegible] und noch andere eine Mischung von beiden enthalten. Man stößt aber fast [illegible] [illegible] daß in dieser Beziehung keine Kluft zwischen den beiderlei Fasern [illegible] daß die Durchmesser allein kein sicheres Merkmal abgeben können.

Man bemerkt häufig an einzelnen Nerven, daß sich ihre Durchmesser in [illegible] [illegible]. Ein solcher Wechsel tritt sogar in manchen Fällen als [illegible] [illegible] die Muskelnerven noch zahlreiche breite Fasern in ihren dünneren [illegible] [illegible] sind viele der Fasern, die man in der Muskelmasse selbst [illegible] [illegible]. Die Individualität der Thiere bedingt hierbei übrigens die [illegible] [illegible] z. B. bei der Vergleichung der Augenmuskeln eines [illegible] [illegible] kann. Jene führen noch verhältnißmäßig breitere und [illegible] [illegible]. Manche empfindende Häute, wie z. B. die Mundschleimhaut, [illegible] [illegible] des Frosches, bieten feinere, andere, wie die Zungenhaut [illegible] [illegible] und noch andere, wie das Zahnsäckchen des Menschen, eine nicht [illegible] [illegible] von breiten dar. Wir werden in der Nervenphysiologie [illegible] [illegible] bedeutendem Einflusse ist, ob eine Faser mehr Nervenmark [illegible] [illegible] enthält oder nicht. Mag man aber die unwillkührlichen und [illegible] [illegible] oder den Einfluß, den die Nerven auf die Ernährungserscheinungen [illegible] [illegible] Sympathicus oder den Ganglien zuschreiben wollen, so stimmt keine [illegible] [illegible] Hypothesen mit dem Vorkommen der breiteren oder der [illegible] [illegible] man deren Durchmesser allein im Auge behält.

Der [illegible] hält, den man in den schmalen Fasern der Ganglienzweige [illegible] [illegible] man bis jetzt weiß, in keiner Weise, von dem der [illegible]

[illegible] A. Kölliker. Die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des [illegible] Nervensystems, durch anatomische Beobachtungen erwiesen. Zürich [illegible]

[illegible] Bd. VIII S. 110 fgg. Kölliker, a. a. O. S. 10 fgg. u. B. [illegible] Ueber die Verbindung des Sehnerven mit dem Augen- und Nasenknoten. [illegible] Bau dieser Ganglien. Heidelberg 1847. S. S. [illegible] fgg. [illegible] Siebold's Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Leipzig 1849. S. S. 133 fgg.

Petit hatte schon im vorigen Jahrhundert angenommen, daß der 4605
npathische Nerv ein eigenes, von dem Gehirn und dem Rückenmarke un-
hängiges centrales Nervensystem darstellt. Reil und Bichat suchten
se Ansicht, vorzüglich aus allgemeinen theoretisch-physiologischen Grün-
n zu stützen. Man sprach daher häufig von einer Selbstständigkeit des
ngliensystems. Bidder und Volkmann glaubten in neuerer Zeit
Richtigkeit dieser Ansicht auf anatomischem Wege nachweisen zu können.
üft man alle bis jetzt bekannten Thatsachen, so ergiebt sich, daß ein
r großer Theil der ächten Primitivfasern, wo nicht alle, welche aus
n Knoten des Sympathicus oder aus anderen Ganglien austreten, mit
n Rückenmarke oder dem Gehirn, gleich den anderen Cerebrospinalner-
n zusammenhängen. Man kann dagegen kaum bezweifeln, daß eine Fa-
vermehrung in den Ganglien, wie an anderen Stellen des peripheri-
en Nervensystemes vorzukommen pflegt.

Remak [1]) hatte schon bemerkt, daß die ächten Nervenfasern, die man in den Aesten
Sympathicus bemerkt, sehr schmale Durchmesser darbieten. Purkinje, Pappen-
m und Rosenthal hatten zum Theil die feinen Fasern als vegetative Fasern an-
hen und der erstere sie vorzüglich an der weichen Hirnhaut beobachtet (S. 597).
gab endlich an, daß sehr dünne ächte Nervenfasern in dem sympathischen Nerven,
den Blutgefäßen und den Drüsengängen häufig angetroffen werden [2]). Bidder und
olkmann [3]) betrachteten nun die schmalen Fasern als die eigenthümlichen Fasern,
che von dem Gangliensysteme ausgehen, während die breiten aus dem Gehirn und
Rückenmarke entspringen. Sie nannten daher die ersteren sympathische und die letz-
n animale Fasern. Sie machten darauf aufmerksam, daß offenbar eine größere
nge ächter Nervenfasern aus manchen Knoten aus- als eintreten. Man gelangt zu
er Ueberzeugung, wenn man die Faserverhältnisse des gesammten Grenzstranges
Sympathicus im Frosche mikrometrisch verfolgt. Der Augenknoten der Katze, der
ptknoten des herumschweifenden Nerven der Fische führt zu dem gleichen Ergebnisse.
Vervielfältigung tritt um so auffallender hervor, als die Zweige, welche das Gang-
entläßt, weit mehr feine Fasern, als die eintretenden Stämme darbieten.
Bidder und Volkmann betrachteten daher die Nervenknoten als anatomische
tralwerkzeuge. Neue sympathische Nervenfasern entstehen nach ihnen in den Knoten
hinteren Rückenmarkswurzeln und gehen dann theils zum Rückenmarke, theils zu
Grenzstrange des Sympathicus, in dessen Ganglien, so wie in den übrigen Kno-
überhaupt frische sympathische Fasern hinzukommen. Die Cerebrospinalnerven führen
Mischung animaler und sympathischer Fasern. Beide lassen sich durch ihre Durch-
er, zwischen denen fast keine Mittelformen vorkommen, unterscheiden. Der Stamm
Sympathicus des Menschen lieferte z. B. 0'', 00012 bis 0'', 00022 für die sympa-
hen und 0'',00046 bis 0'', 00068 für die animalen Fasern, während die Mittelgrößen
00023 bis 0'', 00045 gar nicht vorkamen. Volkmann [4]) zerfaserte daher eine
e Reihe beliebiger Körpernerven, suchte die gegenseitigen verhältnißmäßigen Mengen
dünnen und der dicken Fasern zu bestimmen und betrachtete die ersteren als sympa-
he, in dem oben erwähnten Sinne. Es ergab sich hierbei, daß die dünnen Fasern
en Zweigen, welche zu [illegible] Muskeln gehen, [illegible] Grade vorherrschen,
[illegible] dagegen, die zu [illegible] Muskeln [illegible] zurücktreten.

[illegible] systematis nervosi
[illegible] S. 79 — 85.
[illegible] des sympathischen
[illegible] Leipzig 1842. 4.
[illegible] Physiologie. Bd. II. S. 591

[illegible] des [illegible] Frosches, in den Spinalganglien der Säu[illegible] und der Katze, den Sympathischen Knoten dieses Thieres und des Meerschweins und den [illegible] Ganglienkugeln der Katze. Er nahm daher an, daß eine gewisse Anzahl [illegible] Ganglienkugeln die Zahl der [illegible] übersteige. Viele Ganglienkugeln liegen [illegible] Leben [illegible] einzelne [illegible] Ganglienfasern, von denen die [illegible] der Nervenfasern [illegible]. Der Vergleich [illegible] ist daher insofern [illegible], als [illegible] die den Nervenstamm [illegible] Fasern entschieden [illegible] und insofern [illegible] Ganglienkugeln [illegible] als [illegible] Fasern [illegible] ausgeben. Die [illegible] [illegible] Ansicht [illegible] dann [illegible] [illegible] Forschern gesehen und in der [illegible] Weise [illegible] als Ausdruck der Structurverhältnisse des Gangliensystemes adoptirt [illegible].

Da aber [illegible] mit [illegible] an Fäden aneinander gereihten Unterabtheilungen [illegible] Sache nur [illegible] Vermuthung [illegible]. Je besser sich die Knoten eines [illegible] [illegible] Präparates [illegible], um so mehr überzeugt man sich, daß [illegible] [illegible] [illegible] Zusammenhang [illegible]. Ferner [illegible] jeder Ganglienkugel [illegible] [illegible] der Zusammenhang der Fasern des Kerns, der Substanz oder des Zwischengewebes [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] wird diese Ueberzeugung gewiß [illegible] [illegible] [illegible] der Fasern und der Spiralfasern führen zu dem gleichen Ergebniß. [illegible] [illegible] [illegible] Bilder [illegible] [illegible] Kupfertafel Fig. 15 darbietet. [illegible] [illegible] [illegible] a Fig. 15 [illegible] sich von einer hellen Hülle rings herum umschlossen, [illegible] [illegible] Schwarzrandes dar. Andere, b, ergeben das Gleiche, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Faser entlassen, an deren entferntgelegenen Ende oder in der Nähe [illegible] [illegible] Verlaufes der Kernhaltende entbehrt. Der Schwarzrand [illegible] [illegible] [illegible] Man findet dagegen in seltenen Fällen, daß [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], als wenn [illegible] [illegible] Kupfertafel, c Fig. 15 darbietet. [illegible] [illegible] Schwarzrandes [illegible] der erwähnten Verhältnisse [illegible] [illegible] [illegible] Durchschnittsfläche des hinteren Wurzelknotens des [illegible] [illegible] [illegible] Schwarzrandes [illegible] [illegible] [illegible] Gesichtspunkte' gesichtet. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

n. Er iſt in friſchem Zuſtande eben ſo milchglasartig hell und halbdurchſichtig, bildet en ſo leicht Varicoſitäten unter ähnlichen Verhältniſſen, zeigt die doppelten Seiten- ien bei dem Beginne der Gerinnung und verhält ſich gegen Weingeiſt, Eſſigſäure, li und dergleichen auf dieſelbe Art, wie das Mark der übrigen Faſern. Wenn häufig ug die Faſern, die wir aus den Ganglienzweigen darſtellen, ein eigenthümliches An- en beſitzen, ſo liegt dieſes vor Allem in den Hüllenbildungen, in den Scheidenfort- ien, die wir ſchon bei Gelegenheit der Ganglienkugeln kennen gelernt haben.

Hat man einen einfachen Cerebroſpinalnerven zerfaſert, ſo werden die einzelnen rvenfaſern von ſo zarten und durchſichtigen Hüllen oder Begrenzungshäuten umgeben, ß man ſie häufig nur unter gewiſſen künſtlichen Verhältniſſen, wie z. B. an den uchſackartigen Erweiterungen oder umgekehrt an den Stellen, wo das Mark mecha- ch oder chemiſch beſeitigt worden, erkennt. Dieſe Scheiden werden bisweilen in den ripheriſchen Theilen, in denen ſich die Nerven verbreiten, dicker oder breiter. Zerlegen r dagegen z. B. den Grenzſtrang des Sympathicus des Froſches, ſo bemerken wir, ß derbere und undurchſichtigere Hüllen das Mark umgeben. Wiederholt man den ichen Verſuch an einem Sympathicuszweige des Hundes, des Schaafes oder des Ka- chens, ſo iſt es jene graue faltige Maſſe der Scheidenfortſätze, welche hier den Mark- alt der Faſern verdeckt. Selbſt der Gebrauch des Kalis bringt nur den öligten In- lt eines Theiles der Faſern zum Vorſchein. Es kann ſich ſogar z. B. in den Zwei- n des Sonnengeflechtes des Kaninchens ereignen, daß auch dieſes Mittel gänzlich lſchlägt.

Wir haben ſchon früher (S. 600) geſehen, daß dieſe Eigenthümlichkeit der Hüllen- dung mit den Nerven und den Thieren wechſelt. Der Gaſſer'ſche Knoten und der uptknoten des herumſchweifenden Nerven des Aales zeigen dieſe Verſchiedenheit in fallendem Grade. Vergleicht man die Knoten des dreigetheilten Nerven in dem Aale d der Schleihe, ſo kann man ſich von dem Einfluſſe, den die Individualität der Thiere übt, überzeugen.

Es ergiebt ſich aus den eben mitgetheilten Verhältniſſen, daß wir nicht im Stande d, zwei geſonderte Klaſſen von Nervenfaſern, die ſich durch ihre Durchmeſſer unter- eiden und keine Mittelgrößen als wechſelſeitige Uebergänge darbieten, anzunehmen. ibe es den Ganglien eigenthümliche Nervenfaſern, ſo wäre die Schmalheit ihres Mark- altes nur ein Nebenmerkmal, das aber anderen Faſern eben ſo gut zukommen kann. r Name ſympathiſcher Faſern hat den Nachtheil, daß er theoretiſch-anatomiſche und yſiologiſche Begriffe und Charaktere unterlegt, die einem großen Theile der ſchmalen ſern in keinem Falle zukommen.

Die Dicke der Nerven nimmt häufig ſo ſehr zu, daß dieſes ſchon dem freien Auge auf- llt. Die Vergleichung der Wurzeln eines, ſelbſt nicht gangliöſen Hirnnerven, wie z. B. r Unterzungennerven mit dem bald folgenden Hauptſtamme kann dieſes leicht bekräfti- n. Betrachtet man z. B. die Wurzeln und die Stämme der elektriſchen Nerven oder Urſprungsfäden der vordern Rückenmarksnerven und den aus ihnen entſtehenden ſehr rken Stamm, welcher die Muskeln des Vordertheiles des Zitterrochens verſorgt, ſo rd man den Unterſchied in auffallendſtem Maaße wahrnehmen. Die gleiche Erſcheinung derholt ſich in vielen Nervenknoten, ſei es, daß ein einziger Hauptſtamm oder daß e Reihe von Zweigen aus ihnen hervortreten.

Der Gedanke, daß die Ganglien des Sympathicus oder die Nervenknoten überhaupt atomiſche ſelbſtſtändige Werkzeuge ſeien, führte zu der Anſicht, daß eigene Ganglienfaſern ihnen entſpringen müßten. Man berief ſich zuerſt auf die mit freiem Auge kenntli- n grauweißen oder grauröthlichen Faſern, welche von vielen Ganglien des Menſchen d der Säugethiere ausgehen und ſich den weißen Nervenbündeln anlegen. Da aber r die erwähnten Scheidenfortſätze oder Remak'ſchen Faſern die ächten Nervenfa- n in reichlicher Menge einſchließen, ſo fehlt jeder ſichere entſcheidende Nachweis der uptſache.

Helmholtz und Will hatten in einzelnen wirbelloſen und Hannover in den irbelthieren gefunden, daß Nervenfaſern aus den Ganglienkugeln entſpringen. Köl- ker [1]) ſah mit Mark verſehene Abgangsfaſern in den Spinalknoten und den Gang-

[1]) Kölliker, a. a. O. S. 18 u 22.

lien des sympathischen Grenzstranges des Frosches, in den Spinalganglien der Sc
kröte und der Katze, dem Gasser'schen Knoten dieses Thieres und des Meerschwein
und dem vierten Brustknoten der Katze. Er nahm daher an, daß eine gewisse V
von Cerebrospinalfasern die Ganglien durchsetzt. Viele Ganglienkugeln liegen nu
Nerven an. Andere dagegen entlassen ächte Ganglienfasern, von denen die Zun
der Nervenfasern abhängt. Der Sympathicus ist daher insofern abhängig, als er
reiche aus dem Rückenmarke stammende Fasern einschließt und insofern selbstständig
Ganglienfasern von ihm und den Knoten überhaupt ausgehen. Die Anwesenheit
letzteren Gebilde ist dann von vielen Forschern gesehen und in der eben erwäh
Weise oder als Nachweis der Selbstständigkeit des Gangliensystemes gedeutet wurd

Die oben S. 600 erwähnten an Fischen angestellten Untersuchungen haben
Sache eine andere Wendung gegeben. Je besser sich die Knoten eines solchen Th
zur Zerfaserung eignen, um so mehr überzeugt man sich, daß mindestens zwei, f
ächtes Nervenmark zeigende Fortsätze von jeder Ganglienkugel ausgehen. Wer sich
der Untersuchung der Forelle, des Aales, der Quappe oder des Zitterrochens und
Lamprete anhaltender beschäftigt hat, wird diese Ueberzeugung gewiß theilen. A
selbst der Frosch und die Säugethiere führen zu dem gleichen Ergebnisse. Man
häufig im Frosche Bilder, wie sie uns Kupfertafel Fig. 15 darbietet. Manche Gan
kugeln, *a* Fig. 15, die noch von einer hellen Hülle rings herum umschlossen we
bieten einseitige Schwanzfortsätze dar. Andere, *b*, ergeben das Gleiche, jedoch mit
Unterschiede, daß die Ganglienkugel an ihrem entgegengesetzten Ende oder in dem gri
Theile ihres Verlaufes der Kapselumhüllung entbehrt. Der Schwanzfortsatz ist in
meisten Fällen einfach. Man findet dagegen in seltenen Fällen, daß er einen dun
Zwischenraum, als wenn er doppelt wäre (Kupfertafel, *c* Fig 16) darbietet. Andere
nachbarte Ganglienkugeln (*d*) zeigen keine der erwähnten Verhältnisse. Fig. 16
aus einem Zerfaserungsstücke des hinteren Wurzelknotens des fünften linken
ckenmarksnerven eines sehr großen grünen Grasfrosches gezeichnet. Ich habe m
noch anderen Präparaten hinzugefügt, um nicht eine zweite Abbildung nöthig zu ma
Aehnliche Anschauungen kehrten häufig in zerfaserten Bruchstücken der Knoten der E
gethiere wieder. Ich sah sie z. B. häufig in den verschiedensten Brustknoten des Gr
stranges der Katze und des Kaninchens, dem obersten Halsknoten des sympathischen
ven des Schaafes und dergleichen.

Verfolgt man die Verhältnisse genauer, so mehrt sich der Verdacht, daß diese B
auf Kunstproducten beruhen. Man bemerkt sie vor Allem an zerrupften Bruchst
der Knoten. Der Wechselfall, daß manche Ganglienkugeln zum Theil frei liegen, a
dagegen in ihren Hüllen vollkommen eingekapselt sind, deutet schon darauf hin, daß
die zufällige Zerreißung eine Hauptrolle spielt. Ist noch die vollständige Kapsel vor
den, so gelingt es bisweilen den Ueberrest eines zweiten abgerissenen Fortsatzes bei ge
erem Nachsuchen an derselben Seite oder nach dem Umwenden des zwischen zwei dü
Glasplatten befindlichen Präparates nachzuweisen. Ganglienkugeln, die noch haufen
an durchsichtigeren Stellen liegen, führen nicht selten zu einer ähnlichen Erfahrung.
zweite Fortsatz, der auf den ersten Blick zu fehlen scheint, kommt in irgend einer ver
ten Lage zum Vorschein. Betrachtet man endlich durchsichtige Häute, wie das Hau
fengekröse, in denen einzelne oder wenige Ganglienkugeln ohne weite Präparation sich
werden, so sieht man immer doppelte Fortsätze der oben erwähnten hellen durchsich
Kapsel.

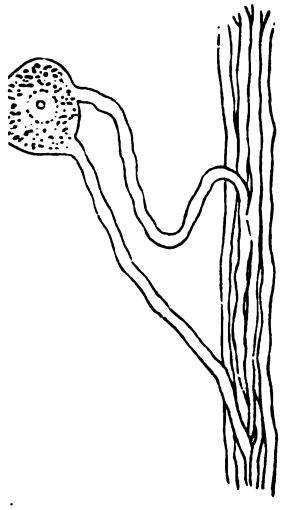
Faßt man die einseitigen Ursprünge der Nervenfasern als Kunstgebilde auf, so
es sich, in welcher Richtung die beiderseitigen Fortsatze, welche die markige Nerven
vorzüglich in Fischen so deutlich zeigen, verlaufen. Hat man zerfaserte Präparat
sieht man größtentheils, daß die Fortsätze in entgegengesetzter Richtung fortgehen.
entscheidender sind die Beobachtungen, die man z. B. an den Magenzweigen der Qu
des Hechtes und anderer Fische häufig macht. Es gelingt hier nicht selten, die G
lienkugeln mit ihren Fortsätzen in ihrer natürlichen Lage unmittelbar wahrzunehmen.
eine Fortsatz geht dann in der Richtung nach dem Gehirn und der zweite in der
der Peripherie. Nimmt man an, daß die Ganglienkugeln zwischen ächten einfach fort

[1]) Vergl. B. Beck, a. a. O. S. 25 — 52. Kölliker, in seiner Zeitschrift a. a
Seite 135 fgg.

n Nervenfasern eingeschaltet sind, so kann dieses Verhältniß keine Faservermehrung gen.

Bidder [1]) bemerkte in einzelnen Fällen, daß die beiden Fortsätze der Ganglien- peripherisch verlaufen, so wie es Fig. 356 aus einem Spinalknoten der Quappe

Fig. 356.



andeutet. Die Stellen, an denen sie von der Ganglienkugel abgingen, lagen dann nicht an den beiden Polen, sondern nahe bei einander. Ich habe das Letztere in seltenen Fällen ebenfalls gesehen. Die Fortsätze verliefen aber dann wenigstens im Anfange nach entgegengesetzten Seiten. Es ist mir kein Präparat in einem Fische oder einem anderen Thiere vorgekommen, welches mir den peripherischen Verlauf beider Fortsätze, selbst nur in der kurzen Strecke, welche ein mikroskopisches Präparat einnimmt, mit Sicherheit dargeboten hätte. Wäre dieses die gewöhnliche Quelle der Faservermehrung, so müßte man solche Anschauungen häufig antreffen. Die umspinnenden Fasern der Ganglien könnten zwar Manches der Art darbieten, ohne daß man es genauer zu verfolgen mag. Allein gerade jene sparsamen in den Wurzelzweigen des dreigetheilten Nerven, in den Kiemen-, den Schlund- und den Magenästen eingestreuten Ganglienkugeln, bei denen man den natürlichen Faserverlauf überblickt, haben mir nie ein Bild der Art gezeigt.

Man könnte die Faservermehrung in den Ganglien und in den von ihnen ausgehenden Nervensträngen daraus herleiten, daß viele Nervenfasern eintreten, umbiegen und wieder zu demselben einem anderen Zweige herausgehen. Die umspinnenden Primitivfasern könnten hier r manches Verhältniß der Art begründen. Es ist keine Frage, daß einzelne solcher iegungen in der That vorkommen. Kupfertafel Fig. 17 zeigt uns z. B. ein Stück n der Gegend des fünften bis sechsten Knotens befindlichen Theiles des Grenzstranines grünen Grasfrosches, nachdem es mit kaustischem Kali durchsichtiger gemacht en. Die Umbiegung *a* lag im Innern der Faser, so daß sie nicht etwa als ein kerzeugniß gelten konnte. Die beiden Schenkel *b* und *c* verliefen ebenfalls in der und ließen sich noch beträchtlich weiter, als es die Figur anzieht, mindestens meh- Millimeter rückwärts verfolgen. Der obere Theil des herumschweifenden Nerven Quappe lieferte mir ein Mal eine ganz ähnliche Anschauung.

Dieselben Einwände, welche gegen den peripherischen Verlauf der beiden Fortsätze Ganglienkugel gemacht werden, kehren auch hier wieder. Lassen wir die zweifelhafVerhältnisse der umspinnenden Primitivfasern bei Seite, so bemerkt man solche ngen, wie sie Kupfertafel, Fig. 17 abgebildet worden, äußerst selten.

Engel beschrieb Ganglien, die jeder Wurzel entbehren, aus dem faserigen Ueberzuge Luftröhrenknorpel und Wharton Jones einen zweiten Augenknoten aus dem e und der Katze, der keine Aeste abgebe [2]). Künftige Beobachtungen werden lehren n, welche Verhältnisse diesen Mittheilungen zum Grunde liegen.

Manche Anschauungen deuten darauf hin, daß Theilungen in einzelnen Ganglien nlicher Weise, wie in den freien Nerven vorkommen. Die Untersuchungen stoßen auf außerordentliche Schwierigkeiten. Keines der vielen Reagentien, die ich zu verener Zeit versuchte, führte zu beständigen Ergebnissen. Ich stieß aber häufig auf ungsbilder, die an und für sich klar, jedoch einer verschiedenen Deutung fähig wa- Kupfertafel, Fig. 18, zeigt uns ein Präparat aus dem Gasser'schen Knoten einer großen Forelle. Die Faser *a* weicht in der unmittelbaren Nähe der Ganglienkugel *b* ig aus einander, ohne daß sich das fernere Schicksal dieses Gebildes klar darstellte.

Bidder, a. a. O. S. 38.
Beck, a. a. O. S. 45.

Infusionsthierchen. Der Saftlauf konnte dessenungeachtet noch am 17. Januar zum letzten Male wahrgenommen werden. Er hatte sich also in dem losgetrennten Schnitte bis in den dritten Monat hinein erhalten, obgleich jener indeß an vielen Punkten schleimig zerflossen war und sich theilweise entfärbt zeigte. Wäre die Fäulniß durch einen häufigen Wechsel des Wassers beschränkt worden, so würde wahrscheinlich die Saftbewegung noch länger fortgedauert haben.

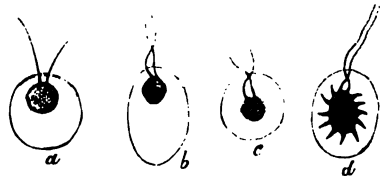
Ich pflegte das Präparat täglich zu untersuchen. Es ereignete sich hierbei, daß ich keinen Saftlauf an einzelnen Tagen entdecken konnte, daß er aber ein oder zwei Tage später mit der größten Lebhaftigkeit vor sich ging. Dieser Unterschied hing weder von Nebeneinflüssen des Druckes, noch von der Wärme des umgebenden Wassers allein ab. Die Kügelchen der längeren mittleren Zellen bewegten sich zwei Monate lang, während die der oberflächlicheren kleineren Zellen ruhten. Diese zeigten aber gerade in den letzten Tagen die lebhafteste Saftströmung. Neigte sich der Inhalt der größeren mittleren Zellen zur Ruhe, so standen oft die grünen Körper still, wenn die Schleimballen noch in Thätigkeit begriffen waren.

2) Saftbewegung der Charen (Chara flexilis). — Die Ströme verfolgen auch hier Schraubenbahnen. Die Geschwindigkeit wechselt in nicht unbedeutendem Grade. Die großen Kugeln gehen oft langsamer, als die übrige Masse dahin. Ihre Schnelligkeit nimmt häufig an einzelnen Orten, an denen wahrscheinlich ein größerer Widerstand auftritt, sichtlich ab. Bewegte sich Alles mit einer gewissen Lebhaftigkeit, so erhielt ich $^1/_{88}$ bis $^1/_{64}$ Mm. für die Secundengeschwindigkeit der feineren Körner des Saftes. Die größeren Kugeln rollen meist nur mit einer Schnelligkeit von $^1/_{58}$ bis $^1/_{133}$ Mm. dahin. Die Aetherdünste, eine wässerige Auflösung des Opiumextractes oder des salpetersauren Strychnins wirkten hier ähnlich, wie in der Vallisnerie. Ließ ich Charen einfrieren, so zeigte ein Stück, dessen Fortsetzung im Eise unmittelbar festgeklemmt war, seinen ungestörten Saftlauf. Andere Präparate, die Stunden lang in Wasser von + 2° C gelegen hatten, ergaben das Gleiche. Präparate, die nur aus wenigen Gliedern bestanden, behielten ihre Saftbewegung Tage lang bei.

Ich habe bis jetzt die zweite Art der pflanzlichen Saftströmung, in welcher die einzelnen Bäche den Kern zum Ausgangs- und Endziele wählen oder selbstständige Netzbahnen beschreiben, auf ihre Nebenverhältnisse noch nicht geprüft. Kölliker [1]) gab an, daß ähnliche Erscheinungen in einzelnen thierischen Gebilden und zwar in den Mutterzellen der Samenfäden von Polyclinum stellatum und den hervorsprossenden Armen eines jungen Strahlthieres vorkämen. Eine spätere Mittheilung [2]) deutet jedoch an, daß jener Forscher die Bewegung selbst in Polyclinum aus der Anordnung der Ströme gefolgert, nicht aber unmittelbar wahrgenommen hat.

3) Bewegliche Sporen von Haematococcus pluvialis.— Diese Gebilde besitzen zwei Flimmerhaare, die an dem lebenden Geschöpfe leicht übersehen werden (§. 2038.). Arbeiten sie, so bemerkt man sie höchstens für einen Augenblick bei günstiger Beschattung. Tödtet man das Ganze durch Weingeist, so stellen sie sich meist als zwei sehr feine steife und in der Regel gabelig aus einander stehende Borsten, *a* Fig. 358 dar. Jodtinctur bildet hier, wie in anderen Fällen, ein sehr gutes Mittel, um feine Haare sichtbar zu machen. Sie werden dann auffallend dunkeler, und können deshalb leicht aufgefunden werden. Sie bleiben weich und biegsam und erscheinen daher unter den in *b*, *c* und *d* Fig. 358 angegebenen Formen, die jedoch im Leben wahrscheinlich nicht vorkommen. Die Jodtinctur färbt überdies die innere Kugel der Spore ganz dunkel. Diese behält bisweilen ihre runde Gestalt bei (*b c* Fig. 358.). Es kommt aber auch vor, daß eine Menge von Strahlenfortsätzen (*d* Fig. 358.), die man im Leben nicht bemerkt, von ihr ausgehen.

Fig. 358.



[1]) A. Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844. 8. S 156

[2]) A. Kölliker, Die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwickelungsgesetz dargestellt. Neuchatel 1848. 4. S. 43. 44.

Die Sporen, an denen ich meine Untersuchungen anstellte, waren mir von Wydler trocknet mitgetheilt worden. Sie hatten vorher ungefähr 7 Jahre lang in dem Herrium von Al. Braun gelegen. Mischte ich die rothe Masse mit Wasser, so bildete h ein röthlich gefärbter Bodensatz am Grunde des Gefäßes, in dem das Ganze enthaln war. Viele Sporen schwirrten dann nach vier Tagen auf das Lebhafteste herumch konnte sie länger als einen Monat in jedem Tropfen finden. Es versteht sich von bst, daß wohl nicht die gleichen die ganze Zeit schwirrten, sondern daß wahrscheinlich mer neue auftraten. Viele von ihnen lebten noch länger, als 35 Minuten in einer äfferigen Auflösung des Opiumextractes fort.

4) Bewegung der Samenfäden. — Wir haben schon einige hierher gehörende hatsachen §. 2046 kennen gelernt. Die Samenfäden eines im März untersuchten Frosches wegten sich noch acht Tage nach dem Tode des Thieres. Ein im Januar geprüfter rosch gab 5 bis 6 Tage. Die Samenmasse war hierbei bis zuletzt im Hoden geblieben. ndere Frösche lieferten kürzere Zeiträume. Greift die Fäulniß kraftvoll durch, so erugt sich eine große Menge lebhaft schwirrender Vibrionen. Man muß sich hüten, diese ir die Körper von Samenfäden anzusehen. Die Samengebilde des Hechtes, der uappe (Gadus Lota) und der Maus starben mir so früh ab, daß ich keine bemerklichen eiträume erhalten konnte. Die Präparate wurden in allen diesen Fällen in dem Bd. I. . 118 beschriebenen Wasserdampfapparate aufbewahrt.

5) Flimmerbewegung. — Ich kann hier einige Thatsachen zu den schon §. 2009 rwähnten Erfahrungen hinzufügen. Ich ließ den Leichnam eines großen weiblichen Alinokaninchens in einem Luftraume, dessen Wärme des Nachts unter + 5° C., nicht aber nter 0° C. sank, liegen. Die Schleimhaut der Luftröhre und der Luftröhrenverzweigunen flimmerte noch 141 Stunden, mithin beinahe 6 Tage nach dem Tode. Ich konnte agegen keine Spur von Bewegung 168 Stunden nach dem Absterben trotz allen Suchens wahrnehmen. Die Härchen der Flimmerzellen bewahrten ihre Thätigkeit im Kileiter 2 und in der Nasenschleimhaut 5 bis 6 Tage.

Die Mundschleimhaut eines Frosches (R. esculenta), der in der erwähnten Wasserampfvorrichtung aufbewahrt worden und schon nach vier Tagen an vielen inneren Theien vor Fäulniß zerfloß, flimmerte noch 149 Stunden oder 6 bis 7 Tage nach dem Tode. Ein anderes eben so behandeltes und nicht minder zersetztes Thier der Art lieferte sogar as Gleiche nach 193 Stunden oder 8 bis 9 Tagen. Ich hatte diesen Frosch mit Aether etäubt und die hintere Hälfte des Rückenmarkes bloßgelegt. Das Thier war dann nicht mehr zum Leben zurückgekehrt.

Will man die Flimmerbewegungen in diesen älteren verfaulten Theilen untersuchen, o muß man helles gelbes Lampenlicht anwenden. Die Zersetzung erzeugt hier Millionen on Monaden (Monas crepusculum), welche dicht an dem Rande der Schleimhaut uf das Lebhafteste wirbeln. Sie können den Schein von Flimmerbewegung auf den rsten Blick hervorrufen. Sie verdecken aber auch häufig die noch in Thätigkeit beriffenen Flimmerhaare. Diese stehen in den letzten Zeiten unter dem Einflusse des alten Wassers leicht still. Man sieht sie häufig pallisadenartig hervorragen, ohne daß ich eine Spur von Schwingungen verräth. Die Flimmerbewegung hört also in Folge er Fäulniß zuerst auf. Das Verschwinden der Härchen folgt erst später nach. Ich ah solche steife Haare noch 8 Tage nach dem Tode an der Mundschleimhaut des Frosches nd sogar 9 Tage nach dem Absterben an der Nasenschleimhaut des Schaafes.

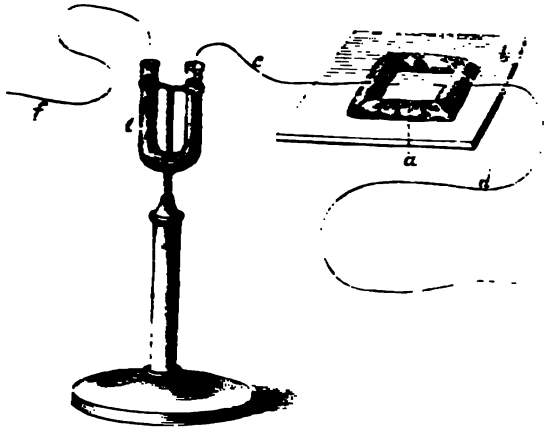
6) Empfänglichkeit der Muskeln. — Ich suchte hier vorzugsweise die Bewegungen des Herzens, der einfachen und der quergestreiften Muskelfasern in einem und emselben Geschöpfe zu verfolgen. Die die Frösche betreffenden Beobachtungen, bei denen ein Monat genauer angegeben ist, wurden im December bis Februar angestellt.

Ich tödtete einen kleinen grünen Grasfrosch durch die Zerstörung des Gehirns und es Rückenmarkes, öffnete dann den Unterleib, ließ aber das Herz unberührt. Dieses lopfte zwischen 24 und 28 Stunden von selbst fort. Reizte ich es 52 Stunden nach em Tode mechanisch, so lieferten die Vorkammern und die Kammern drei Schläge. Sie wurden aber hierdurch so sehr erschöpft, daß dann der gleiche Reiz und selbst die Ströme es Magnetelektromotors keine sichtliche Verkürzung mehr nach sich zogen. Der Magen nd der Dünndarm dagegen schnürten sich unter dem Einflusse der Elektricität lebhaft in. Die Muskeln des Rückens und der Hinterbeine antworteten nicht minder kraftvoll.

Samenfäden widerstehen ihren Einflüssen in hohem Grade. Die Flimmerhaare schließen sich in dieser Hinsicht zunächst an. Die Körpermasse vieler Infusorien, einzelner Polypen, der Planarien und mancher sehr jungen Embryonen der Wirbelthiere berstet in kurzer Zeit. Der Saftlauf der Vallisnerie und der Charen, die Bewegungen mancher Algenzellen stehen binnen Kurzem still.

Will man das Verhalten der uns unter dem Mikroskope kenntlichen Bewegungserscheinungen zur Elektricität prüfen, so befestigt man zwei dünne kupferne Leitungsdrähte auf einer Glasplatte. Der Bd. II. Abtheil. I. S. 61 beschriebene Kitt eignet sich hierzu am Besten. Handelt es sich um die Untersuchung von Pflanzentheilen oder von Thieren, die nicht weit davonlaufen, so bedarf es nur zweier Kügelchen, welche die Drähte festhalten. Will man dagegen die zu prüfenden Thiere einsperren, so klebt man ein Verdeck a Fig. 359 auf der Glasplatte b auf und führt durch dieses die beiden [illegible]

Fig. 359.



[illegible] Enden, wie es die Figur zeigt, wechselseitig abstehen. [illegible] des Magnetelektromotors angeschraubt, [illegible] mit Quecksilber gefülltes Rohr e eingetaucht. [illegible] in das viereckige Gefängniß eingeführt und [illegible] Ordnung gebracht, so senkt man einen zweiten [illegible] in den anderen Schenkel des U-förmigen Gefäßes [illegible] während man durch das Mikroskop [illegible] Die U-förmige Gestalt des Quecksilberrohres [illegible] Gelegenheit metallisch vereinigt werden [illegible] mit irgend kräftigen Induction [illegible] in den Zellen der Vallisnerie oder den Schlag [illegible] Stunden nachdem die Schläge durchzugehen [illegible] Präparate der Vallisnerie, welche auf diese [illegible] Tage in Wasser aufgewahrt und häufig durch [illegible] zu sehen.

[illegible] Wirkung nicht aus. Die [illegible] Hinsicht etwas empfindlicher als die [illegible] dauerte unter dem Einflusse [illegible] Bewegung in den Charengliedern hemmten, über eine [illegible] wie sich die Ströme in den ersten [illegible] nach einer viertel oder einer halben Minute aber [illegible]

fahrungen, die ich zu verschiedenen Jahreszeiten machte, so ergiebt sich, daß jene zuerst erwähnte Ansicht nicht richtig ist, daß aber hier nicht bloß die Nebenverhältnisse, sondern auch die Verschiedenheit der Muskeln, die man ins Auge faßt, von Bedeutung sind.

Es kommt unter den günstigsten Wärmebedingungen vor, daß das ausgeschnittene und vor dem Eintrocknen geschützte Froschherz seine Schläge beinahe 2½ Tage nach dem Tode beibehält. Hatten sie auch von selbst aufgehört, so ruft sie nicht selten die mechanische Erschütterung von Neuem hervor. Sie werden durch den Einfluß mäßig hoher Wärmegrade leicht vermehrt. Prüfte ich die Verhältnisse im Winter und zwar an Fröschen, die im Herbste eingefangen worden, so erhielt ich fast nie so lange Zeiträume. Dasselbe ergaben Frösche, welche im Anfange des Frühjahres zur Begattungszeit frisch herausgeholt worden waren. Das Herz klopfte hier in der Regel nie 24 Stunden von selbst fort, man mochte es herausgeschnitten oder in dem geöffneten Unterleibe liegen gelassen haben. Es stand sogar schon häufig in dem Wasserdampfapparate, dessen Luftwärme ungefähr 5° bis 15° C. betrug, nach wenigen Stunden still. Die Wärme, die Tötungsweise, der Blutverlust und andere nicht zu berechnende Nebenverhältnisse führen hier zu Schwankungen der mannigfachsten Art. Es kam vor, daß der Nahrungskanal und die verschiedenartigsten mit quergestreiften Fasern versehenen Körpermuskeln elektrische Ströme lebhaft beantworteten, wenn das Herz schon gänzlich schwieg. Die Fälle, in denen das Umgekehrte auftritt, gehörten jedenfalls zur Minderzahl.

Wir haben schon §. 2286 gesehen, daß das Herz des Frosches sowohl, als der Säugethiere günstigere Ergebnisse liefert, wenn man die Unterleibs- oder die Brusthöhle nicht sogleich, sondern erst längere Zeit nach dem Tode öffnet. Es kann hier vorzüglich in Säugethieren schwach schlagen, wenn schon die Rumpf- und Gliedermuskeln schweigen.

Verglich ich die verschiedenen quergestreiften Muskeln des Frosches unter einander, so fand ich nicht selten, daß die Kehlmuskeln, die Muskeln der Vorderfüße, des Unterleibes alle Empfänglichkeit für elektrische Ströme verloren hatten, wenn die Muskeln der Hinterbeine noch lebhaft antworteten. Es kam mir vor, daß das Herz seine Kräfte länger behielt, als die zuerst genannten Muskeln oder sie eben so wie sie verloren hatte, während sie in den Hinterbeinen noch vorhanden waren. Ich habe das Umgekehrte in diesen Untersuchungen, die ich im Winter anstellte, nicht bemerkt. Der Vorzug, dessen sich die Hinterbeine erfreueten, erhielt sich mit großer Zähigkeit. Die Unterschenkel waren z. B. zu dünnen Stäben in einem Falle ausgetrocknet, als die Oberschenkelmuskeln elektrische Reize noch deutlich beantworteten. Die übrigen Muskelmassen waren aber dem Schweigen des Todes schon gänzlich verfallen.

Man kann die letzten Lebenszeichen der Oberschenkelmuskeln nur dann wahrnehmen, wenn man die Leitungsdräthe des Magnetelektromotors an sie selbst anlegt. Man erhält dann keine rasche kraftvolle Zuckung, sondern eine mühsame langsame Verzerrung, die sich auf einen größeren oder kleineren Bezirk der Anspruchsgegend erstreckt.

Das Maximum der Zeit, während welcher sich der Herzschlag des Frosches unter den günstigsten Bedingungen erhalten kann, scheint nie das Maximum, dessen die Oberschenkelmuskeln in der Hinsicht fähig sind, zu überschreiten. Jenes dürfte sogar etwas kleiner, wenigstens nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen ausfallen. Gebraucht man den Magnetelektromotor als Prüfungsmittel, so liegt der Werth für das Herz zwischen 2 und 2½ und der für Schenkelmuskeln zwischen 2½ und 3 Tagen.

7) Empfänglichkeit der Nerven. — Wir haben eben gesehen, daß die letzten Spuren der Verkürzung der Oberschenkelmuskeln nur dann, wenn die Leitungsdräthe an die Muskelmassen selbst angelegt werden, zum Vorschein kommen. Das Hüftgeflecht wird um diese Zeit vergeblich angesprochen. Obgleich nun seine Empfänglichkeit eher, als die der Muskelmassen und der in ihnen enthaltenen Nerven zu Grunde geht, so schwindet sie doch nicht immer sehr frühzeitig. Sie erhält sich bisweilen noch 2 Tage nach dem Tode und in glücklicheren Fällen wahrscheinlich noch etwas länger.

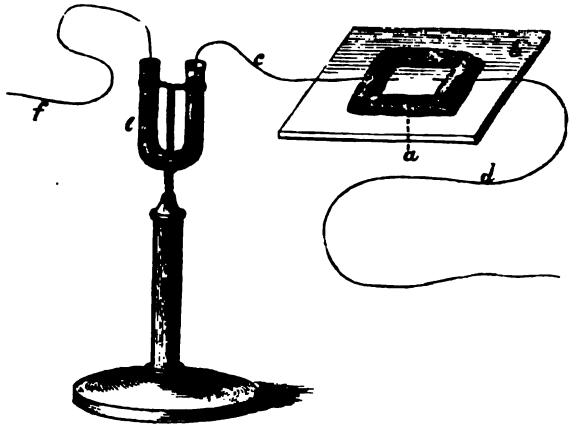
Die Molecularveränderungen, welche der Nerveninhalt unter diesen Verhältnissen erleidet, werden uns in der Folge beschäftigen.

Die elektrischen Ströme, welche den Molecularzusammenhang der Nerven und der Muskeln leicht ändern, wirken auf andere organische Gewebe, die Bewegungserscheinungen darbieten, in sehr verschiedener Weise. Die 4607

Samenfäden widerstehen ihren Einflüssen in hohem Grade. Die Flim merhaare schließen sich in dieser Hinsicht zunächst an. Die Körpermass vieler Infusorien, einzelner Polypen, der Planarien und mancher seh jungen Embryonen der Wirbelthiere berstet in kurzer Zeit. Der Saftlau der Vallisnerie und der Charen, die Bewegungen mancher Algensport stehen binnen Kurzem still.

Will man das Verhalten der uns unter dem Mikroskope kenntlichen Bewegungse scheinungen zur Elektricität prüfen, so befestigt man zwei dünne kupferne Leitungsdräth auf einer Glasplatte. Der Bd. II. Abtheil. I. S. 61 beschriebene Kitt eignet sich hier am Besten. Handelt es sich um die Untersuchung von Pflanzentheilen oder von Thiere die nicht weit davonlaufen, so bedarf es nur zweier Kügelchen, welche die Dräthe fes halten. Will man dagegen die zu prüfenden Thiere einsperren, so klebt man ein Vier eck *a* Fig. 359 auf der Glasplatte *b* auf und führt durch dieses die beiden Leitungsd

Fig. 359.



dräthe *c* und *d*, deren Enden, wie es die Figur zeigt, wechselseitig abstehen. Der eine Draht *d* wird an das eine Polende des Magnetelektromotors angeschraubt, der andere *c* dagegen in ein U-förmiges mit Quecksilber gefülltes Rohr *e* eingetaucht. Hat man die Gegenstände, die man prüfen will, in das viereckige Gefängniß eingeführt und ist Alles unter dem Mikroskope in Ordnung gebracht, so senkt man einen zweiten Leitungsdraht *f* des Magnetelektromotors in den anderen Schenkel des U-förmigen Gefäßes. Man kann auf diese Weise die Verbindung, während man durch das Mikroskop sieht, ohne weiteren Gehilfen schließen. Die Uförmige Gestalt des Quecksilberrohres verhütet, daß die Dräthe früher, als man will, bei dieser Gelegenheit metallisch vereinigt werden.

Hat man einen Magnetelektromotor mit irgend kräftigen Inductionsschlägen, so sieht man, wie die Kügelchen, die in den Zellen der Vallisnerie oder den Schlauchen der Charen kreisen, binnen wenigen Secunden, nachdem die Schläge durchzugehen angefangen, still stehen. Ich habe dann mehrere Präparate der Vallisnerie, welche auf diese Art behandelt worden waren, mehrere Tage in Wasser aufbewahrt und häufig durchsucht. Es ist mir nicht gelungen, den Saftlauf wiederkehren zu sehen.

Sehr schwache Ströme üben die eben erwähnte Wirkung nicht aus. Die Charen (Chara flexilis) scheinen übrigens in dieser Hinsicht etwas empfindlicher, als die Vallisnerie zu sein. Denn der Saftlauf von dieser dauerte unter dem Einflusse äußerst schwacher Ströme, welche schon die Bewegung in den Charengliedern hemmten, über eine Stunde fort. Man sah dann in den Charen deutlich, wie sich die Ströme in den ersten Secunden sichtlich verlangsamten, nach einer viertel oder einer halben Minute aber gänzlich

aufhörten. Ein Charenglied, das mit sehr schwachen Strömen behandelt worden war, zeigte nach einiger Zeit seine Saftbewegung von Neuem.

Ließ ich den Magnetelektromotor auf die S. 611 erwähnten beweglichen Sporen von Haematococcus pluvialis wirken, so schwirrten manche von ihnen durch den Raum, welcher die kürzeste Bahn des Stromdurchganges enthielt. Kamen sie aber dem Leitungsdrathe, an dem sich die Gasblasen entwickelten, oder dem anderen zu nahe, so standen sie bald still und starben ab. Es sammelte sich auf diese Weise eine große Menge von Leichen in der Umgebung der Poldräthe. Einzelne von ihnen blieben vollkommen rund. Andere dagegen erschienen wie angefressen. Manche enthielten einen Haufen rother Körner in ihrer Mitte, während der Umkreis grüne Massen darbot. Die rothen Kugeln lagen einzeln in der grünen Masse zerstreut. Diese besaß in manchen die Gestalt eines Doppelbrotes. Farblose größere Kugeln waren auch bisweilen mit den rothen vermischt. Der helle durchsichtige Streif, der das ganze Geschöpf begrenzt, konnte noch in vielen erkannt werden. Befeuchtete ich die getödteten Sporen mit Jodtinctur, so sah ich die beiden Flimmerhaare und die S. 611 erwähnten Strahlenfortsätze.

Hatten die elektrischen Ströme aufgehört, so schwirrten einzelne Sporen in der Nähe der Leitungsdräthe ohne Schaden vorbei. Sie drangen dann nicht selten durch das Schlachtfeld der getödteten Wesen und zwischen den Gasblasen des einen Leitungsdrathes durch. Ich sah dagegen mehrere Male, daß Sporen, die dem einen Poldrathe zu nahe kamen, ruhig wurden und abstarben. Andere drehten sich in kleinen Kreisen, als wären sie durch eine unsichtbare Kraft festgebannt worden.

Man muß sich übrigens in allen solchen Untersuchungen vor einer Täuschung hüten. Hat nämlich der Flüssigkeitstropfen, den man prüft, eine verhältnißmäßig beträchtliche Höhe, ragt seine Oberfläche über die dünnen Leitungsdräthe beträchtlich hervor, so können natürlich die mikroskopischen Gebilde in einer bedeutenden Entfernung von dieser dahingehen, ohne daß man es unter mäßig starken Vergrößerungen mit nicht zu kurzen Brennweiten bemerkt. Ich habe mich in allen diesen Untersuchungen bemüht, die eben erwähnte Klippe dadurch zu vermeiden, daß ich möglichst niedere Schichten der Flüssigkeit und möglichst starke Vergrößerungen anzuwenden suchte.

Eine Navicula fulva, die eben geradlinigt vorwärts schritt und dem einen Leitungsdrathe nahe kam, stand sogleich still, so wie die starken elektrischen Ströme durchzuschlagen anfingen.

Ein monadenartiges Wesen, das mit Heteromita ovata Duj. am Meisten übereinstimmte und seine beiden Bewegungshaare nach der Behandlung mit Jodtinctur deutlich zeigte, verhielt sich auf ähnliche Art, wie die früher erwähnten Schwärmsporen von Haematococcus. Eine große Zahl von Leichen umgab binnen Kurzem beide Leitungsdräthe. Derjenige aber, an dem sich die Gasblasen entwickelten, lieferte eine beträchtlichere Menge, als der andere, an dem sie bisweilen strahlig vertheilt erschienen. Viele dieser Geschöpfe schwirrten dagegen ohne Weiteres durch den Raum, welcher der kürzesten Bahn des Elektricitätsdurchganges entsprach. Die getödteten Wesen zeigten keine deutlichen Formveränderungen. Sie bildeten weiße, schon dem freien Auge kenntliche Massen, die an geronnenes Eiweiß erinnerten und sich auch nach der Entfernung der Leitungsdräthe in nicht beträchtlichem Grade zerstreuten.

Es ist mir oft vorgekommen, daß sehr kleine Infusionsthierchen, wie Monas lens, Vibrio lineata, Spirillum undula die Leitungsdräthe die längste Zeit umschwärmten. Man kann eben so häufig sehen, daß größere, wie z. B. Kolpoda cucullus, Euplotes charon, Amphileptus anser, Opalina ranarum, Vorticella convallaria und von den Räderthieren z. B. Rotifer vulgaris Flüssigkeitsstrecken, durch welche Elektricitätsströme wahrscheinlich durchgehen, ohne Nachtheil durchlaufen, wenn sie auch durch stärkere Schläge zu Grunde gehen.

Ecker [1]) hat schon mit Recht bemerkt, daß starke elektrische Schläge die größeren polygastrischen Infusorien bersten lassen. Ich habe diese Erscheinung sehr häufig gesehen. Paramaecium aurelia platzte z. B. in manchen Fällen, so wie nur die Schläge durchzutreten anfingen. Diese Thiere gingen oft nicht bloß in der Nähe der Leitungsdräthe, sondern auch innerhalb des übrigen kürzesten Weges der Ströme zu Grunde und ände-

[1]) A. Ecker, Zur Lehre vom Bau und Leben der contractilen Substanz der niedersten Thiere. Basel 1849. 4. S. 19.

borsten waren, auf. Es gab auch hier eine Zwischenperiode, in denen man die flim-
henden Härchen erkennen konnte.

Frei herumschwimmende Froschlarven von 19½ Mm. Länge hörten nicht auf unter dem Einflusse der starken Schläge des Magneteiektromotors. Eine ganz klei von diesen reichte aber hin, das Thier zu tödten.

Wir haben schon §. 2049 gesehen, daß die Schwingungen der Samenfäden nicht-
ches unter den Schlägen des Magneteiektromotors fortdauern. Ich sah neuerer Zeit das Gleiche, wenn ich selbst sehr starke Schläge ¼ Stunde lang leite-
tete und die Enden der Elektroden nur 2 Mm. wechselseitig abstanden. Die Samenfäden der Tritonen (Triton Wurfbeinii) ergaben das Gleiche.

Es ist schon §. 2016 bemerkt worden, daß man die elektrischen Ströme mehrere Stück Flimmerhaut leiten kann, ohne daß die Thätigkeit der Härchen in, wo keine Elektrolyse stattfindet, aufhört. Ich befestigte die Drähte in einem mäßigen Abstande von 1 bis 3 Mm. und brachte in den Zwischenraum sehr kleine Stücke der Mundschleimhaut des Frosches oder abgeschabtes Flimmerepithelium. Es entgeht hier bisweilen, daß die Flimmerbewegung überall fortdauerte. Es kam aber auch daß die Härchen, welche unmittelbar an den einen Leitungsdraht stießen oder nur von ihm entfernt lagen, langsamer schwangen, dann still standen und endlich wellenartig hervorragten. Die von der Fläche aus gesehenen etwas entfernteren Härchen gen bewegten sich lebhaft fort, wenn auch die Schläge mehr als eine Sekunde durchgingen.

4608 Thätigkeiten, die sonst von dem Einflusse des Nervensystems abhängen, felhaft abhängen, kehren in manchen Gebilden, in denen man bis keine Spur von Nerven nachweisen konnte, wieder. Die Verkürzungsfähigkeit zelner einfacher Muskelmassen stehen in keinem Verhältnisse zu der der markigen Nervenfasern, welche die gegenwärtigen Hilfsmittel darlegen konnten. Die Wirkung des Bilsenkraut- und des Nießwurztractes auf die Regenbogenhaut des Auges wechselt mit der Reizbarkeit der Muskelfasern und nicht, so viel wir wissen, mit der der Nerven. Alle diese Thatsachen würden mit Sicherheit schließen lassen, daß Thätigkeiten und vorzüglich die Fähigkeit der Zusammenziehung für sich von den Nerven nicht abhängen, daß diese nur als gelegentliche Erreger wirkten, wenn nicht die meisten jener Erfahrungen auf negativen Ergebnissen beruhten und die Unvollkommenheit der mikroskopischen Untersuchung jeden bestimmten Entscheid unmöglich machte (§. 2260.).

Die niedersten wirbellosen Geschöpfe bieten in dieser Hinsicht große Schwierigkeiten dar. Es ist nicht wahrscheinlich, daß ihnen nur das durch die Haut bedingte Gefühl zukommt. Man kann aber dessenungeachtet kein anderes Sinneswerkzeug in den magastrischen Aufgußthierchen, den Polypen, den Räderthierchen, den Tardigraden finden. Die rothen Flecke, die man als Augen angesehen hat, kehren auch in vielen Algensporen (Conferva glomerata, C. fracta, Ulothrix zonata Kütz., Draparnaldia bilis, Stygeoclonium tenue, Chaetophara tuberculata) wieder [1]). Diese Thatsachen die Richtigkeit jener Deutung in hohem Grade zweifelhaft machen.

Die einfache oder ungeformte verkürzbare Masse vieler polygastrischer Infusorien der Hydern (Sarcode) zieht sich in den verschiedensten Richtungen zusammen, ist helle, wahrscheinlich mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, bildet Netzfäden und Netze sich überhaupt auf das Mannigfachste, ohne daß das Mikroskop Muskel- oder Nervenfasern enthüllen könnte. Sie erscheint nach Ecker in den Räderthierchen, Tardigraden und in einzelnen Insektenlarven in der Form von bandartigen Gebilden

[1]) Al. Braun, in den Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft bei ihrer Versammlung zu Schaffhausen. 1847. 8. S. 37. 38.

Branchiobdella Astaci krümmte sich, so wie die ersten elektrischen Schläge durchgingen. Das Thier blieb später wie todt liegen, erholte sich jedoch bisweilen wieder in der Folge, wenn selbst die elektrischen Ströme beträchtliche Einschnürungen und Ausbuchtungen erzeugt hatten. Die inneren Flimmerröhren eines Exemplares, das unter dem Einflusse der Elektricität zu Grunde gegangen war und eine körnige Masse entleert hatte, behielten ihre Flimmerbewegung bei.

Ein Hüpferling (Cyclops quadricornis) lag nach wenigen Schlägen eines starken Magnetelektromotors todt in der Nähe der einen Elektrode und hatte mehrere rundliche Körper (Eier?) ausgestoßen. Ein zweites Thier der Art zuckte fortwährend unter dem Einflusse der elektrischen Ströme, gab aber auch, nachdem diese aufgehört hatten, kein Lebenszeichen mehr von sich.

Der Wasserfloh (Gammarus pulex) zuckte im Anfange unter den gleichen Verhältnissen. Er wurde aber später gänzlich betäubt, so daß keine willkürliche Ortsveränderung zu Stande kam. Die Strudelwerkzeuge klappten dessenungeachtet fort. Es dauerte eine volle Stunde, bis sich das Thier wieder gänzlich erholt hatte.

Eine Larve von Stratiomys wurde erst betäubt, nachdem die Schläge ungefähr 5 Minuten durchgegangen waren. Sie erholte sich aber wieder, nachdem sie 10 Minuten erstarrt gelegen hatte.

Ein langer und schmaler Hautstreifen von Limnaeus krümmte sich kreisförmig und drehte sich daher vermöge seiner Flimmerbewegung um seinen Mittelpunkt. Diese Erscheinung dauerte während und nach der Einwirkung der elektrischen Schläge fort.

Ich setzte Embryonen des Barsches (Perca fluviatilis), die sich schon selbstständig bewegten, in denen aber noch kein in Thätigkeit begriffener Herzschlauch erkannt zu werden vermochte, den elektrischen Schlägen aus. Mochte ich nun die Dräthe des Magnetelektromotors an die Schaalenhaut des unverletzten Eies oder an die herausgeschälten Embryonen anlegen, so konnte ich keine Verkürzungen hervorrufen. Die Körpermasse trübte sich in dem letzteren Falle. Sie barst, so wie der Versuch einige Zeit fortgesetzt wurde. Der große Oeltropfen erhielt sich hierbei unversehrt. Lag ein Hechtchen, das vor ungefähr 3 Tagen aus dem Ei gekrochen war, dicht an der einen Elektrode an, so zitterte das Thier in den ersten Secunden, in welchen die starken Schläge durchgingen. Es lag dann wie todt, der Herzschlauch schlug aber fort. Die Körpermasse zeigte auch keine Lebensspur mehr nach dem Aufhören der elektrischen Reizung. Während die gesunden Thiere nach der leisesten Berührung herumschwirren, konnte ich hier auf keine Weise Bewegungen hervorrufen. Leitete ich dann die Ströme von Neuem ein, so stand endlich auch das Herz still. Es fand sich hierbei ein Zeitraum, in welchem es immer wieder klopfte, so wie man neue elektrische Schläge durchführte. Es ruhte dagegen, wenn die elektrischen Schläge aufhörten. Später hatten auch diese die zuletzt erwähnte Wirkung eingebüßt.

Hatte ich die beiden Leitungsdräthe in geringer wechselseitiger Entfernung an den äußerst n mit keiner Muskelmasse versehenen Schwanztheil der Neunaugen (Petromyzon fluviatilis) gelegt, so konnte ich keine Veränderung in dem Durchmesser und dem Kreislaufe der Haargefäße wahrnehmen. Führte ich dagegen die eine Elektrode in den Mund und legte die zweite an den Körper ungefähr einen Centimeter hinter den Kiemen, so rötheten sich die Gefäße der Schwanzflosse in auffallender Weise und füllten sich auf das Dichteste mit Blutkörperchen. Diese Erscheinung schwand einige Zeit nach dem Aufhören der Elektricitätsströme.

Legte ich einen dicken Leitungsdrath an den Kopf und einen anderen an die Schwanzspitze eines Aales, so krümmte sich das Thier und die Flossen richteten sich im ausgebreiteten Zustande auf.

Die in der Maulbeerfurchung begriffenen Eier des Frosches (Rana esculenta) zeigten keine wesentliche Veränderung, man mochte die Dräthe an das umgebende Eiweiß oder nach der Entfernung von diesem an die Dotteroberfläche anlegen. Ganz anders verhielten sich dagegen die Larven, die noch im Ei eingeschlossen waren und deren Kiemen sich eben entwickelten. Sie zuckten schon auf mäßig starke Schläge und blieben nicht selten scheintodt liegen. Stärkere Ströme führten zum Platzen, so daß die dunkelern mit hellen Kernen versehenen Zellen frei heraus traten. Es wiederholte sich übrigens hierbei die gleiche Erscheinung, welche auch die Planarien dargeboten, d. h. die an der Haut befindliche Flimmerbewegung hörte nur an den Stellen, welche vollständig ge-

borsten waren, auf. Es gab auch hier eine Zwischenperiode, in denen man die steifen ruhenden Härchen erkennen konnte.

Frei herumschwimmende Froschlarven von 19½ Mm. Länge bersteten nicht mehr unter dem Einflusse der starken Schläge des Magnetelektromotors. Eine geringe Zahl von diesen reichte aber hin, das Thier zu tödten.

Wir haben schon §. 2049 gesehen, daß die Schwingungen der Samenfäden des Frosches unter den Schlägen des Magnetelektromotors fortdauern. Ich sah wiederum in neuerer Zeit das Gleiche, wenn ich selbst sehr starke Schläge ¼ Stunde lang durchleitete und die Enden der Elektroden nur 2 Mm. wechselseitig abstanden. Die Samenfäden der Tritonen (Triton Wurfbeinii) ergaben das Gleiche.

Es ist schon §. 2016 bemerkt worden, daß man die elektrischen Ströme durch ein Stück Flimmerhaut leiten kann, ohne daß die Thätigkeit der Härchen da, wo keine stärkere Elektrolyse stattfindet, aufhört. Ich befestigte die Dräthe in einem wechselseitigen Abstande von 1 bis 3 Mm. und brachte in den Zwischenraum sehr kleine Stücke der Mundschleimhaut des Frosches oder abgeschabtes Flimmerepithelium. Es ereignete sich hier bisweilen, daß die Flimmerbewegung überall fortdauerte. Es kam aber auch vor, daß die Härchen, welche unmittelbar an den einen Leitungsdrath stießen oder nur wenig von ihm entfernt lagen, langsamer schwangen, dann still standen und endlich pallisadenartig hervorragten. Die von der Fläche aus gesehenen etwas entfernteren Haare bogen bewegten sich lebhaft fort, wenn auch die Schläge mehr als eine Viertelsminute durchgingen.

4608 Thätigkeiten, die sonst von dem Einflusse des Nervensystems unzweifelhaft abhängen, kehren in manchen Gebilden, in denen man bis jetzt keine Spur von Nerven nachweisen konnte, wieder. Die Verkürzungen einzelner einfacher Muskelmassen stehen in keinem Verhältnisse zu der Menge der markigen Nervenfasern, welche die gegenwärtigen Hilfsmittel in ihnen darlegen konnten. Die Wirkung des Bilsenkraut- und des Nießwurzextractes auf die Regenbogenhaut des Auges wechselt mit der Beschaffenheit der Muskelfasern und nicht, so viel wir wissen, mit der der Nerven. Alle diese Thatsachen würden mit Sicherheit schließen lassen, daß manche Thätigkeiten und vorzüglich die Fähigkeit der Zusammenziehung an und für sich von den Nerven nicht abhängen, daß diese nur als gelegentliche Erreger wirkten, wenn nicht die meisten jener Erfahrungen auf negativen Ergebnissen beruhten und die Unvollkommenheit der mikroskopischen Untersuchung jeden bestimmten Entscheid unmöglich machte (§. 2260.).

Die niedersten wirbellosen Geschöpfe bieten in dieser Hinsicht große Schwierigkeiten dar. Es ist nicht wahrscheinlich, daß ihnen nur das durch die Haut bedingte Tastgefühl zukommt. Man kann aber dessenungeachtet kein anderes Sinneswerkzeug in den polygastrischen Aufgußthieren, den Polypen, den Räderthierchen, den Tardigraden nachweisen. Die rothen Flecke, die man als Augen angesehen hat, kehren auch in vielen beweglichen Algensporen (Conferva glomerata, C. fracta, Ulothrix zonata Kütz., Draparnaldia mutabilis, Stygeoclonium tenue, Chaetophara tuberculata) wieder [1]). Diese Thatsache muß die Richtigkeit jener Deutung in hohem Grade zweifelhaft machen.

Die einfache oder ungeformte verkürzbare Masse vieler polygastrischer Infusorien der Hydern (Sarcode) zieht sich in den verschiedensten Richtungen zusammen, erzeugt helle, wahrscheinlich mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, bildet Netzfäden und verändert sich überhaupt auf das Mannigfachste, ohne daß das Mikroskop Muskel- oder Nervenfasern enthüllen könnte. Sie erscheint nach Ecker in den Räderthierchen, den Tardigraden und in einzelnen Insektenlarven in der Form von bandartigen Gebilden, welch

[1]) Al. Braun, in den Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft bei ihrer Versammlung zu Schaffhausen. 1847. 8. S. 37. 38.

für Muskelbündel angesehen wurden, ohne daß ihr hier Fasern oder Nerven zukommen. Sie findet sich selbst in dem Ei von Limax nach Dujardin und in dem von Hydra nach Ecker und erzeugt hier Bewegungen, wie sie in den Amöbaarten vorkommen [1]).

Das Herz der Fische, der Frosch- und der Vogelembryonen klopft zu einer Zeit, in der es nur aus einer Menge Zellen, die durch eine einfache Zwischenmasse verbunden werden, besteht und in der keine Nerven erkannt werden. Etwas Aehnliches gilt von der Schwanzblase der Limaxembryonen. Die Bewegungen der Eizellen der Planarien sind schon §. 2060 erwähnt worden.

Wer sich mit der Verfolgung der Nervenfasern in dem Innern der einzelnen Theile beschäftigt hat, wird bemerkt haben, daß es nur selten gelingt, Nervenfasern in den Muskel- und Schleimhäuten des Magens und der dünnen Gedärme der Kaninchen, der Mäuse, der Frösche und der verschiedensten Fische zur Anschauung zu bringen, es sei denn, daß größere Stämmchen in der geprüften Stelle verlaufen. Schneidet man dagegen den Mastdarm des grünen Grasfrosches der Länge nach auf und breitet ihn aus, so sieht man ohne Weiteres oder nach Behandlung mit Kali, daß nicht wenige Primitivfasern vorzüglich der Länge nach herablaufen. Die Harnblase des Frosches bietet ein reichliches Nervennetz, meist mittelbreiter und die der Quappe ein solches feiner Nervenfasern dar. Dieser anatomische Befund steht in keinem Verhältnisse zu den Bewegungserscheinungen, die wir an vielen Theilen bemerken. Die Harnblase der Quappe zieht sich zwar in Folge der elektrischen Reizung des Rückenmarkes kräftig zusammen. Die der Frösche dagegen scheint häufig auf örtliche oder nervöse Anregungen gar nicht zu antworten, während sich der Dünndarm dieser Thiere bei Weitem nachgiebiger zeigt. Man darf mit Recht vermuthen, daß sich viele Nervenfasern dem Anblicke in den erwähnten Theilen entziehen oder daß hier besondere Verhältnisse eine geringere Menge von Nervenfasern nothwendig machen.

Etwas Aehnliches gilt von dem Fruchtkuchen. Die Nervenfasern lassen sich nur eine kurze Strecke an dem mit dem Kinde in Verbindung stehenden Stücke des Nabelstranges verfolgen. Kölliker [2]) bemerkte dessenungeachtet, daß die Schläge der magnetelektrischen Rotationsmaschine die größeren Schlag- und die Blutadern des Nabelstranges und des Fruchtkuchens beträchtlich einschnüren.

Vergleicht man z. B. die Nervennetze der Harnblase oder des Mastdarmes des Frosches mit den der Augen-, der Zungen- oder der Bauchmuskeln desselben Thieres, so wird man finden, daß die mit quergestreiften Fasern versehenen Verkürzungsgebilde eine verhältnißmäßig größere Menge von Nervenfasern als die mit einfacheren Fasern ausgerüsteten Bewegungswerkzeuge einzuschließen scheinen. Die Harnblase und die Augenmuskeln der Quappe führen zu demselben Ergebnisse. Man würde aber irren, wenn man ähnliche beträchtliche Unterschiede überall voraussetzte. Die mit einfachen Fasern versehene Regenbogenhaut der Kaninchen und die mit quergestreiften ausgestattete der Tauben enthalten beide reichliche Endgeflechte, so daß es im Ganzen schwer zu entscheiden sein würde, wem eine verhältnißmäßig größere Menge zukommt. Die Feinheit und die Schnelligkeit, mit der die Iris wirken muß, macht wahrscheinlich den beträchtlichen Nervenreichthum nothwendig. Wenn aber die übrigen einfachen Muskeln durchschnittlich weniger Nervenfasern wahrhaft besitzen sollten, so stimmte dieses mit den §. 2274 erwähnten Verhältnissen überein.

Kieser [3]) machte schon die Bemerkung, daß die Extracte der Belladonna und des Hyoscyamus, so wie das Kirschlorbeerwasser, äußerlich oder innerlich gebraucht, das Sehloch der Vögel nicht veränderten. Ich habe starke wässerige Auflösungen der beiden zuerst genannten Extracte in den Bindehautsack von Tauben zu wiederholten Malen in reichlicher Menge eingegossen, ohne daß ich irgend eine Wirkung wahrnehmen konnte. Das Sehloch verkleinerte und vergrößerte sich bisweilen abwechselnd während oder kurz nach dem Eingießen — eine Erscheinung, welche die Regenbogenhaut der Vögel auch

---

[1]) Ecker, a. a. O. S. 21 fgg. Vgl. auch Kölliker, in seiner Zeitschrift a. a. O. Seite 198 fgg.

[2]) Kölliker, in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Heft II. Zürich 1847. 8. S. 87.

[3]) Kieser, in K. Himly und J. A. Schmidt, Ophthalmologische Bibliothek. Bd. II. Stück 3. Jena 1804. 8. S. 96.

sonst häufig genug darbietet. Mochte ich aber die Tauben unmittelbar darauf oder mehrere Stunden später untersuchen, so hatte die Pupille immer nur einen mittlern Umfang, wie die des gesunden Auges. Sie lieferte zugleich die deutlichsten Merkmale von Beweglichkeit. Um sicher zu gehen, tröpfelte ich jedes Mal eine gewisse Menge derselben Lösung des Belladonna- oder des Hyoscyamus-extractes in das Auge eines Hundes oder eines Kaninchens, und erhielt hier immer die stärkste Erweiterung des Sehloches binnen einer halben Stunde, so daß z. B. die Regenbogenhaut eines jungen Hundes einen Saum von kaum ½ Mm. Breite darstellte.

Legte ich die Drähte des Magnet-elektromotors an die Hornhaut eines Albino-Kaninchens, dessen Sehloch in mäßigem Grade durch Hyoscyamus erweitert war, so verschmälerte sich die Iris noch mehr. Wiederholte ich den Versuch an einer Taube, so verkleinerte sich die Pupille bedeutend. Der geringe Umfang erhielt sich, so lange die elektrischen Schläge durchgingen. Hörten diese auf, so erweiterte sich auch das Sehloch unmittelbar nachher. Das andere Auge, in das Nichts eingeträufelt worden, lieferte die gleichen Ergebnisse. Hatte ich Belladonnaextract gebraucht, so gab derselbe Doppelversuch einen vollkommen übereinstimmenden Erfolg.

Bedenken wir, daß sich die Nerven, welche zu der Regenbogenhaut des Kaninchens und der Taube gehen, ähnlich verhalten, daß die Iris beider Thiere die zahlreichsten Endgeflechte der Nerven einschließen, daß aber die der Säugethiere einfache und die der Vögel quergestreifte Fasern führt, so können wir mit Recht vermuthen, daß die Wirkungslosigkeit der Belladonna und des Hyoscyamus von dem Unterschiede der Verästigungsgebilde abhänge. Diese betäubenden Verbindungen würden nur die einfachen, nicht aber die quergestreiften Fasern in ihren Thätigkeitsbeziehungen stören. Da sich aber die Einflüsse der Elektricität in beiden Fällen, wie am gesunden Auge kund gaben, so dürfen wir vielleicht ferner schließen, daß die elektrischen Ströme zunächst auf die Nerven der Regenbogenhaut einwirken. Diese Thatsachen unterstützen zugleich die Annahme, daß Lichtstrahlen, welche nur die Regenbogenhaut treffen, dieselbe zu Bewegungen anzuregen im Stande sind.

4609 **Die Muskeln und die Nerven liefern unter den nöthigen Nebenverhältnissen eigenthümliche elektrische Spannungen, die den sogenannten Muskelstrom (Bd. I. S. 178) und den Nervenstrom bedingen. Die Fläche des Querschnittes und die Längenoberfläche zeigen hierbei das entschiedenste entgegengesetzte Verhalten. Ungleich entfernte Punkte des Querschnittes oder der Körperoberfläche führen zu minder scharfen, aber noch nachweisbaren Gegensätzen.**

Die Arbeit von du Bois-Reymond [1]) lieferte eine ausführliche Reihe von Untersuchungen über die Verhältnisse des Muskelstromes und des sogenannten eigenthümlichen Froschstromes (Bd. I. S. 178), von denen wir wenigstens die hauptsächlichsten Endergebnisse des Folgenden wegen nachtragen müssen.

Du Bois [2]) bezeichnet mit dem Namen des natürlichen Längenschnittes des Muskels die unmittelbar vorhandene, dem Faserverlaufe entsprechende Körperoberfläche, und mit dem des natürlichen Querschnittes die Ansatzfläche der Muskelfasern an die Sehnen oder an andere passive Bewegungswerkzeuge. Der künstliche Längsschnitt entsteht durch die Spaltung der Muskelmasse in der Bahn ihres Faserverlaufes und der künstliche Querschnitt durch die Theilung derselben in einer auf ihre Fasern senkrechten Richtung.

Die Gesetze des Muskelstromes sind nach du Bois [3]): 1) Wird ein beliebiger Punkt des natürlichen oder künstlichen Längenschnittes eines Muskels mit einem beliebigen Punkte des natürlichen oder künstlichen Querschnittes desselben Muskels so in Verbindung gebracht, daß hierdurch keine Spannung gesetzt wird, so zeigt dessenungeachtet eine in den unwirksamen Leitungsbogen eingeschaltete stromprüfende Vorrichtung eine

[1]) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. Berlin 1848. 8.
[2]) Du Bois, a. a. O. S. 501 — 505.
[3]) a. a. O. S. 515 — 517.

ſtrom an, der an dem Bogen von dem Punkte des Längsſchnittes zu dem des Quer-
nittes gerichtet iſt.

2) Bringt man einen Punkt des natürlichen oder künſtlichen Querſchnittes des
Muskels auf dieſelbe Art mit einem anderen Punkte deſſelben oder eines anderen (in
ner gewiſſen Längsentfernung liegenden) Querſchnittes des gleichen Muskels in Ver-
nduna, und ſind beide Punkte von dem Mittelpunkte der Querſchnittskreiſe der als
ylinder betrachteten Muskelmaſſe ungleich entfernt, ſo bekommt man einen Strom, der
n dem von dem Mittelpunkte weiter abſtehenden Punkte nach dem näheren gerichtet iſt.
r fällt aber bedeutend ſchwächer, als der, den man bei Nr. 1. erhielt, aus.

3) Denkt man ſich wiederum die Muskelmaſſe als einen Cylinder und verbindet
nen dem geometriſch mittleren Querſchnitte deſſelben näheren Punkt des natürlichen
er künſtlichen Längenſchnittes mit einem entfernteren Punkte des natürlichen oder
inſtlichen Längenſchnittes deſſelben Muskels, ſo bemerkt man einen Strom, der von dem
iheren nach dem entfernteren Punkte gerichtet iſt. Seine Stärke ſtimmt mit der von
r. 2 überein. Endlich

4) Stehen die beiden verbundenen Punkte eines oder zweier natürlicher oder künſt-
her Querſchnitte von dem Mittelpunkte des Durchſchnittskreiſes gleich weit ab, ſo
eibt die ſtromprüfende Vorrichtung in Ruhe. Sind ſie in dem natürlichen oder künſt-
den Längsſchnitte von dem mittleren Querſchnitte gleich weit entfernt, ſo wiederholt ſich
is Gleiche.

Dieſe Normen ließen ſich am Kaninchen [1]) und dem Froſche am Ausführlichſten ver-
laen. Das Weſentliche derſelben kehrte aber auch in den Menſchen, in verſchiedenen
epräſentanten der vier Wirbelthierklaſſen, dem Flußkrebſe, der Weinbergſchnecke und
m Regenwurme wieder [2]).

Alle Thatſachen deuten darauf hin, daß die elektromotoriſche Thätigkeit, welche ſich
rch den Muskelſtrom verräth, in den Molecularverhältniſſen der Muskelfaſern ſelbſt
gt und nicht auch durch das Zellgewebe, die Sehnen, die Gefäße oder die Berührung
emdartiger Gewebe mit den Muskelfaſern bedingt wird [3]). Jene Eigenſchaft läßt ſich
i den kleinſten, zu den Verſuchen noch tauglichen Muskelſtücken nachweiſen. Es iſt da-
r das Natürlichſte, die Molecularverhältniſſe der Muskelmaſſe in dieſer Hinſicht im
uge zu behalten. Berückſichtigt man die Verhältniſſe, unter denen man die thieriſchen
heile gewöhnlicher Weiſe unterſucht, ſo ſcheint für dieſen Fall die Annahme das Meiſte
r ſich zu haben, daß die Subſtanz der Muskelfaſer aus elektromotoriſchen Molecülen
it peripolarer Anordnung beſteht [4]). Du Bois verſteht nämlich hierunter diejenige
inrichtung, daß jedes Atom einen poſitiven Aequatorialgürtel und zwei negative Polar-
nen beſitzt. Die beide Pole verbindenden Achſen aller Molecüle ſind unter einander
id der Achſe des Muskelbündels parallel geſtellt [5]) Der natürliche oder künſtliche
ingsſchnitt erſcheint ſo poſitiv in Verhältniß zu dem oder den natürlichen oder künſt-
hen Querſchnitten.

Das eben erwähnte Verhältniß kann ſich unter gewiſſen Umſtänden augenblicklich
ränderu, ſo daß die Längsfläche des Muskels negativ und die Querfläche poſitiv wird.
an hat hier innere Molecularvorgänge der elektromotoriſchen Muskelatome, die ſich
er nur mit der Veränderung der Molecularverhältniſſe bei dem Magnetiſiren vergleis
en laſſen [6]).

Später mitzutheilende Erfahrungen von du Bois werden übrigens zeigen, daß
an ſich auch die Muskelmolecüle dipolar, d. h. als Gebilde, welche einen poſitiven und
en negativen Pol, gleich einem zuſammengelötheten Zink- und Kupferelemente, dar-
ſtellen, vorſtellen könnte und daß ſie ſich in peripolarer Anordnung unter den erwähnten
erhältniſſen zuſammenfügen [7]).

Ein Unterſchied, den die galvaniſche Säule den Muskeln gegenüber darbietet, ſpricht
gen dieſe Vorſtellungsweiſe. Beide ſtimmen darin überein, daß die Stromſtärke unter
iſt gleichen Verhältniſſen mit der Zahl der Glieder der Säule und der Länge des
uskels zunimmt, ſobald der außerordentliche Widerſtand gegen den des Erregers nicht
rſchwindet. Während aber die der Säule von dem Querſchnitte ihrer Glieder unab-

---

) S. 507. [2]) S. 523. [3]) S. 558. [4]) S. 682. [5]) S. 680. [6]) S. 682.
) S. 683.

hängig ist, sobald ihr Widerstand gegen den außerwesentlichen verschwindet, wächst dann die des Muskelstromes fort mit der Vergrößerung des Querschnittes des Muskels [1]).

Die Thatsache, daß der Muskelstrom während der Starrkrämpfe des Muskels merklich abnimmt (Bd. I. S. 179), rührt nicht davon her, daß er von einem entgegengesetzten Strome compensirt wird [2]). Du Bois [3]) sucht sie auf andere Weise zu erklären. Die ganze Masse des Muskels bildet eine Nebenschließung für den Strom einer jeden einzelnen Muskelfaser. Der zusammengezogene Muskel hat aber eine geringere Länge und einen größeren Querschnitt. Es nimmt mithin sein eigener Leitungswiderstand ab. Die Stromstärke vermindert sich daher in dem Leitungsbogen der Nebenschließung. Die inducirte Zusammenziehung (Bd. I. S. 180) leitet du Bois [4]) davon her, daß der Muskelstrom im Augenblicke der Verkürzung unterbrochen und hierdurch eine Gleichgewichtsstörung in dem berührenden Nerven des zweiten Schenkels erzeugt wird.

Du Bois [5]) glaubte früher, daß der Grund des Muskelstromes in der Wirkung der Atmosphäre auf die Außenfläche der Muskelmasse läge. Wie die in Sauerstoff theilweise verbrennende Kohle in ihrem Rückstande negativ, die davon gehende Kohlensäure positiv erscheint [6]), so erfolgt etwas Aehnliches bei der Athmungsthätigkeit der Muskelfaser. Diese Vorstellung stößt auf die Schwierigkeit, daß die natürlichen Enden der Muskelfasern von jener Veränderung der Athmungsthätigkeit ausgeschlossen sein müßten [7]) und daß der der Luft ausgesetzte künstliche Querschnitt seine negativen Eigenschaften beibehält.

Der Hüftnerv des Frosches oder des Kaninchens wirkt eben so elektromotorisch und nach denselben Gesetzen wie die Muskelfaser. Der Querschnitt erscheint auch hier negativ. Die Ströme sind nur schwächer als in den Muskelfasern [8]).

Der sogenannte eigenthümliche Froschstrom, den auch Matteucci in neuerer Zeit in anderen Thieren vorausgesetzt und mit dem Muskelstrome in Beziehung zu bringen suchte, findet sich nach du Bois [9]) in allen vier Wirbelthierklassen und in wirbellosen Geschöpfen wieder. Er geht aus den Resultanten der an Richtung und Stärke abweichenden Theilströme, welche von den Muskeln in dem Innern der Glieder geleitet werden, hervor [10]).

Die Sehnen, welche sich an die Muskeln ansetzen, gehören zu den an und für sich indifferenten Geweben. Sie bedecken nur an ihren Anfängen die natürlichen Enden, d. h. die natürlichen Querschnitte der Muskelfasern. Die Zwischengewebe und die Zwischenflüssigkeiten verbinden aber die elektrisch ungleichen Flächentheile der Muskelfasern. Der thierische Erreger befindet sich daher in dem Zustande der geschlossenen Kette. Alle Wirkungen, die man erhält, rühren nur von Nebenschließungen, von abgeleiteten Strömen her. Sie stellen daher nur einen kleinen Bruchtheil der wahrhaft gegebenen Strömungen dar [11]).

Es ist schon §. 281 angeführt worden, daß sich die Wärme eines Muskels im Augenblicke seiner Verkürzung erhöht. Helmholtz [12]), welcher diese Verhältnisse mit einer empfindlichen thermomagnetischen Vorrichtung von Neuem prüfte, fand hierbei, daß die Zunahme der Temperatur nur in den Muskelmassen beträchtlich ausfällt. Sie fehlt dagegen in den Nerven gänzlich oder ist wenigstens hier verschwindend klein in Verhältniß zu den Muskeln. Wurden die Muskeln des einen Schenkels des Frosches durch den Magnetelektromotor von dem Rückenmarke aus in anhaltende Starrkrämpfe versetzt, so übertraf ihre Wärme die des zweiten abgeschnittenen und in Ruhe gelassenen Schenkels um 0°,14 bis 0°,18 C. Die Wärmeentwickelung in den Nerven (wenn sie überhaupt stattfand) überschritt nicht 0°,002 bis 0°,003 C.

---

[1]) Seite 716.
[2]) Du Bois, in Poggendorff's Annalen. Bd. LVIII. Leipzig 1843. 8. S. 12. 13.
[3]) Ebendaselbst. Seite 19.
[4]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. Bd. I. Vierte Auflage. Coblenz 1843. 8. S. 557. 58.
[5]) Du Bois, in Poggendorff's Annalen. Bd. LVIII. S. 20.
[6]) Pouillet, in Froriep's Notizen. Nr. 225. Weimar 1825. 4. S. 65.
[7]) Du Bois, in Poggendorff's Annalen. Bd. LVIII. S. 22.
[8]) Ebendaselbst. Seite 7.
[9]) Du Bois, Untersuchungen. S. 472.
[10]) Seite 493. [11]) S. 685 — 89.
[12]) Helmholtz, in Müller's Archiv. 1848. S. 144 — 164.

Da ein örtlich beschränkter Reiz, der einen Nerven trifft, Wirkungen 4610
n entfernten Muskeln oder anderen Gebilden veranlaßt, so folgt, daß
ier eine Veränderung, die sich dem Verlaufe der Primitivfasern gemäß wei-
er verbreitet, erzeugt werden muß. Die Anregung kann hierbei die ent-
prechende Nervenstelle tödten oder unversehrt lassen. Die Durchschnei-
ung oder andere heftige mechanische Eingriffe, ungewöhnliche Wärme-
rade und Aetzstoffe liefern Beispiele der ersteren und passende Wärme-
irkungen (§. 2156), so wie mäßige elektrische Ströme Belege des zwei-
en Falles.

Wir haben schon §. 2144 gesehen, daß wir den Hüftnerven eines
roschpräparates sehr rasch mit einer scharfen Scheere durchschneiden kön-
en, ohne daß Zuckungen zum Vorschein kommen. Der mechanische Ein-
riff bedarf daher hier einer gewissen Zeitdauer, damit die Gleichgewichts-
örung alle entfernteren Molecüle der Nerven anrege oder die Wirkung
erselben sich auf die Muskelfasern übertrage.

Ein einmaliger Reiz erzeugt in der Regel eine rasch beendigte Ver-
ürzung der quergestreiften Muskelfasern. Wiederholen sich dagegen die
nsprüche in sehr kurzen Zwischenräumen, so haben wir anhaltende Zu-
ammenziehungen, die sich in den großen Muskelgruppen als Starrkrämpfe
arstellen. Diese können sowohl nach mechanischen (§. 2145), als nach
lektrischen Einwirkungen zu Stande kommen. Bietet die Empfänglichkeit
ie hinreichende Höhe dar, so bemerkt man dann unter dem Mikroskope, daß
ie Muskelfasern in den Zwischenzeiten nicht erschlaffen und sich nicht mit
edem folgenden Reize von Neuem zusammenziehen, sondern daß die dis-
ontinuirliche Anregung eine continuirliche Wirkung hervorbringt. Der
wischen je zwei Oeffnungen des Hammerwerkes des Magnetelektromotors
iegende Zeitraum kann z. B. ½ Secunde betragen, ohne daß hinreichend
räftige Froschmuskeln ihre Verkürzung in irgend einem Augenblicke sicht-
ich aufgeben.

Matteucci [1]) suchte die Dauer der Muskelverkürzung eines galvanischen Frosch-
räparates, welche der Einfluß einer Kettenschließung erzeugt, zu bestimmen. Eine ge-
chwärzte Scheibe drehte sich gleichförmig 48 Mal in der Secunde. Ein Griffel, der mit
em Muskel in Verbindung stand, zeichnete auf ihm einen Kreis auf. Er wurde während
er Dauer der Muskelverkürzung abgehoben. Die Länge der Unterbrechung ließ daher
uf die Zeit der Verkürzung zurückschließen. Matteucci giebt an, daß diese weniger
ls $^1/_{100}$ Secunde beträgt. Sie scheint nur länger anzuhalten, weil das Glied im An-
ange in eine andere Lage versetzt und am Ende in die frühere Stellung zurückgeführt wird.

Die Beobachtungen, die man mit Hilfe des Magnetelektromotors anstellen kann,
ühren zu größeren Zeitwerthen. Es ist schon §. 2704 und §. 2784 beschrieben worden,
aß ein ihm lange ausgesetzter Muskel mannigfache Schwankungen immer stärkerer
Verkürzungen oder dazwischen liegender augenblicklicher Erschlaffungen darbietet. Man
ann sich aber durch das Fernrohr (§. 2683) und noch besser durch das Mikroskop
iberzeugen, daß die Verkürzung während der ganzen zwischen je zwei Schlägen liegen-
en Zeitdauer, wenn diese auch verhältnißmäßig groß ist, anhält.

Legt man ein hinreichend durchsichtiges Muskelstück auf die Glasplatte des Mikro-
kopes, an der die beiden Leitungsdräthe befestigt sind (S. 614), so darf man es nicht
nmittelbar mit der Glasplatte in Berührung bringen, weil man sonst zwar häufig den

[1]) Matteucci, in den Philosophical Transactions. Part. II. for 1847. 4. p. 246 und 247.

Auf der Zusammenziehung [illegible] aber den Eintritt der Erschlaffung der Adhäsion a [illegible] Bedeckt sich eine ziemlich starke Wasserschicht unter der Mu [illegible] größtentheils vermieden.

[illegible] (Bd. 347 d. S. 404) vom Hammer (g) des Mann [illegible] daß die einzelnen Schläge mit Hilfe der Secundenuhr abgezählt [illegible] Die Schwingungszahlen der Art gaben 1,6 bis 2,2 und im Durchschnitt [illegible] Zahl 1,9 in der Secunde. Wir können daher in runder Zahl annehmen, daß ein [illegible] der Hammer nach einer halben Secunde wiederkehrt. Ein Stück des hin- [illegible] Gehirns zerstörung des Gehirns getödteten gemeinschaftlichen [illegible] Schläge die geringste Spur von Erschlaffung, die sich [illegible] wurde, auftrat. Mehrere Bruchstücke d [illegible] 15 bis 30, der Schneidermuskel 21 und d [illegible] 31 Schläge. Die Verkürzung hielt in allen drei [illegible] Der erste Schlag hatte daher eine Zusammenziehung, d [illegible] Secunde dauerte, zur Folge. Man konnte sich dem [illegible] Täuschung erwehren. War nämlich ein Mu [illegible] hatte es in der Folge seine Empfänglichkeit [illegible] bemerken, daß es in einem zweiten kurz darauf [illegible] Es ließ sich nun nicht mehr entscheiden, ob [illegible] Verkürzungen und Erschlaffungen [illegible] den einzelnen Schlägen zu entsprechen schien. [illegible] Muskeln kurz vor ihrem völligen Tode [illegible] zu erwähnenden Verhältnissen [illegible] Erregungszustand länger anzuhalten vermag.

411 Es ist mir gelungen eine mit dem sinnlichen Auge wahrnehmbare Erregung des Nervenstammes während der Thätigkeit der motorischen Nerven zu wahrnehmen. Irritirte ich den Inhalt eines galvanischen [illegible] Verlaufes, brachte diese Stelle in [illegible] und legte die Leitungsdrähte an [illegible] nicht getrennte Nervenmasse [illegible] wenn auch die elektrischen [illegible] Muskeln zur Folge hatten. [illegible] man einzelne gesonderte Nerven [illegible] Weiteres erblickt (S. 601), führ [illegible] Man kann den Einwand erheben, daß die [illegible] gesondert befinden, ihre Empfänglichkeit [illegible] Der Versuch zeigte aber wenigstens keine Merkmale [illegible] entscheidet. Wir werden [illegible] Veränderungen, welche [illegible] Zustande eintreten, zu denjenigen Molecular- [illegible] Strömungen [illegible]

[illegible] Versuche [illegible] Bemerkung gemacht, daß [illegible] Ende [illegible] Nerven [illegible] Secunde bis drei Sekunden [illegible] Dauer-Verlängerung, so sieht man

---

[illegible] Recherches [illegible] sur le système nerveux. Copenhag [illegible]

[illegible] Mémoires [illegible] Académie des sciences. Tome XXIII. Pa [illegible]

daß sich sowohl die Seitenäste, als die Bruchstücke des Verbindungsstranges lebhaft krümmen. Manche Blutegel bieten diese Erscheinung nicht dar. Wurde ein Tropfen Essigsäure zu dem Befeuchtungswasser zugesetzt, so verstärkte sich die Lebhaftigkeit der Bewegung.

Ich habe die Unbeständigkeit dieses Verhaltens ebenfalls wahrgenommen. Ein Blutegel, in dem ich den größten Theil des Ganglienstranges in dieser Hinsicht untersuchte, bot mir kein Beispiel einer irgend starken Krümmung der Nervenäste dar. Man konnte höchstens langsame und sogleich aufhörende Biegungen unter einer 165maligen Vergrößerung wahrnehmen. Ein zweites Thier dagegen lieferte viele Beispiele der Erscheinung an den Endstücken und den zwischen den Ganglien befindlichen Theilen des Mittelstranges, vorzüglich aber an den Seitenästen und den Verzweigungen derselben. Sie krümmten sich zuerst wurmförmig hin und her, rollten sich ein und auf und machten endlich nur schwache Biegungen. Die ganze Unruhe dauerte aber nur kurze Zeit, ich mochte die pigmentirte Scheide vollständig abgezogen haben oder nicht. War einmal Alles in Ruhe, so konnte ich es nicht wieder durch elektrische Schläge beleben. Ich sah höchstens unter 165facher Vergrößerung im Anfange höchst schwache augenblickliche Verrückungen, die jedoch eben so gut von geringen Erschütterungen herrühren konnten, oder eine Verstärkung der Krümmung, über die ich nicht minder in Zweifel blieb.

Die Blutegel, an denen ich die Erscheinung sehr deutlich beobachtete, waren unter Wasser lebend geöffnet worden. Ich hatte dann das Bruchstück der Ganglienkette möglich schnell herausgenommen, in einen neuen Wassertropfen gebracht und sogleich mikroskopisch untersucht. Ich sah aber auch ein Mal die Bewegungen in den Nerven eines Egels, der schon aufgeschnitten 3 Stunden lang todt unter Wasser gelegen hatte.

Oeffnete ich einen Blutegel, ohne daß er mit Wasser bedeckt war, und brachte einen Theil des Bauchstranges ohne weitere Befeuchtung unter das Vergrößerungsglas, so konnte ich keine Bewegungen in mehreren Versuchen wahrnehmen. Setzte ich nun einen Wassertropfen hinzu, so krümmten sich viele Aeste auf das Deutlichste, obgleich nicht so lebhaft, als in den günstigsten der oben erwähnten Beobachtungen. Es frägt sich daher, ob nicht die ganze Erscheinung von der Einwirkung der hinzugefügten Flüssigkeit herrührt.

Man hat die Kraft, welche die Thätigkeit der Nerven bedingt, mit 4612
dem Namen der Lebensgeister, der Nervenenergie, des Nervenprincipes, des Nervenagens, des Nervenäthers, der Polarität oder des Polarisationszustandes der Nerven [1]) bezeichnet. Alle diese Ausdrücke verrathen natürlich nur die Unbekanntschaft mit dem inneren Wesen jener Wirkung. Es bleibt bei ihnen dahingestellt, ob das Nervenagens mit einer auch in den Pflanzen und den unorganischen Wesen vorkommenden Thätigkeitsäußerung übereinstimmt oder nicht. Viele früheren Beobachter setzten schon voraus, daß Elektricität und Nervenprincip das Gleiche seien. Allein die hierfür angeführten Gründe waren so schwach und unbestimmt, daß jene Ansicht gerade von den strengeren Forschern verworfen wurde. Die Verhältnisse der Zitterfische führten zu dem Ausspruche, daß Elektricität und Nervenkraft in demselben Verhältnisse zu einander stehen, wie Elektricität und Magnetismus (§. 351). Du Bois [2]) nimmt endlich wiederum in neuerer Zeit an, daß Elektricität und Nervenprincip das Gleiche sind. Es läßt sich nach ihm nachweisen, daß elektrische Ströme in allen Theilen des Nervensystemes vorhanden sind, daß sie sich in dem Nerven im Augenblicke seiner Thätigkeit ändern und daß man den Wechsel des Muskelstromes, der die Verkürzung bedingt, auch an dem unversehrten thierischen

[1]) R. Todd, in s. Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. London 1847. 8. p. 720. 30.
[2]) Du Bois, Untersuchungen. S. XV.

Körper bemerken könne. Wir werden jedoch in der Folge (§. 4618) sehen, daß weder diese, noch andere Thatsachen darthun, daß die Nerventhätigkeit nur auf einer Veränderung der elektrischen Verhältnisse beruht.

Viele Forscher, welche die Nervenkraft für keine elektrische Erscheinung halten, suchten sich die Wirkungen derselben aus Wellenerschütterungen des Nervenäthers zu erklären. Diese Ansicht setzte voraus, daß die Schwingungen des Lichtäthers Schwingungen in der Netzhaut und dem Sehnerven und die der mägbaren Stoffe Wellenbewegungen in dem Hörnerven erzeugen. Man konnte sich so die Dauer dieser Sinneseindrücke (§. 3806) aus dem Nachschwingen der Nervengebilde erklären. Wenn anhaltende Starrkrämpfe durch centripetale elektrische Ströme beseitigt wurden, so stellte man sich dies als eine Interferenzwirkung vor. Die centrifugale Wellenbewegung des Nervenäthers werde durch die centripetale, welche der elektrische Strom bedingt, aufgehoben.

Du Bois [1]) hat bis jetzt zwei Ergebnisse, welche mit seiner oben angeführten Ansicht in Verbindung stehen, kurz veröffentlicht. 1) Taucht man die beiden Hände in mit Salzwasser gefüllte Gefäße, die mit einem Galvanometer durch Platinaplatten verbunden sind, und wartet, bis sich die durch den chemischen Gegensatz bedingte Schwankung der Nadel beruhigt hat, so erhält man eine neue Abweichung, so wie man die Muskeln des einen Armes anspannt. Der hierdurch angezeigte Strom geht centripetal d. h. von den Fingerspitzen nach der Schulter desjenigen Armes, dessen Muskeln in Thätigkeit versetzt worden. Während Despretz, Becquerel und Matteucci [2]) die höhere Deutung und das sichere Vorkommen dieser Erscheinung in Abrede stellten, will Ducrot [3]) damit haben, daß die Nadel eines Galvanometers, das mit dem Kopfe und dem Nacken eines Menschen in Verbindung steht, abweicht, so wie dieser Schmerz empfindet oder selbst an schwierige mathematische Aufgaben berechnet.

2) Setzt man eine Strecke eines Nerven einem elektrischen Strome aus, so nimmt nach Du Bois alle außerhalb der erregten Stelle liegenden Punkte des Nerven elektrometorisch nach dem Gesetze der Säule in der Richtung des erregenden Stromes, so lange dieser selbst anhält.

Fig. 360.

Es wäre möglich, daß eine mir aufgestoßene Erscheinung zu dem letzten Falle gehörte. Ich befestigte eine Reihe von Korkstücken auf einer Glasröhre und legte auf diese einen benetzten Baumwollendocht, den ich mit vier Leitungsnadeln in a, b, c und d Fig. 360 durchstach. Ich brachte a und b mit einem Galvanometer in Verbindung und wartete, bis die Nadel auf einem gewissen Grade der Abweichung ruhte. Verband ich nun c und d mit einer Zinkkohlenkette, so rührte sich die Magnetnadel nicht mehr. Der Strom ging den kürzesten Weg c d und kein merklicher Nebenstrom umfaßte die Bogenstrecke a b.

Stach ich dagegen zwei obere Leitungsnadeln auf die später zu erwähnende Weise in die Gegend des centralen Theiles des Hüftnerven eines vor 27 Stunden enthaupteten Frosches und verband diese a und b mit einem Galvanometer, während zwei andere Nadeln einen galvanischen Strom durch c d führten, so erhielt ich andere Ergebnisse. Die Entfernung a b betrug z. B. 9 Mm. b c 3 Mm. und c d wieder 9 Mm.. So wie der Kreis des Galvanometers geschlossen wurde, warf sich z. B. die Magnetnadel, die auf 0° eingestellt worden, auf + 17° bis + 18° d. h. in einer Richtung, welche einen centrifugalen Strom andeutete. Sie schwankte zuerst in größeren, immer mehr nach 0° gerichteten Bogen, rückte dann sehr langsam einseitig nach 0° fort und blieb endlich bei 4° bis 5°. Verband ich nun c d mit einer Kette, deren Strom centrifugal ging, so gab die Nadel + 30° als ersten Ausschlag. Sie ruhte endlich bei + 7° d. h. a b zeigte ebenfalls einen schwächeren centrifugalen Strom im Augenblicke des Schlusses und während der Dauer der Schließung der Kette an. Oeffnete ich die Kette, so schwankte die Nadel zuerst zwischen + 7° und − 7°. Sie ruhte endlich bei + 1½° bis + 2½°. Schloß ich nun c d centripetal, so betrug

[1]) Poggendorff's Annalen. Bd. LXXV. 1848. S. 464.
[2]) Comptes rendus. 1849. Bd. 28. p. 782.
[3]) Ducros, Ebendaselbst. 1849. Bd. 29. p. 16.

gen der erste Ausschlag — 38° und die Ruhe 0° bis + 1°. Hob ich die Kette auf, so ging die Nadel nach der positiven Seite fort und erhielt sich zuletzt bei + 2½°.

Ich habe im Wesentlichen gleiche Ergebnisse in einzelnen lebenden Fröschen wahrgenommen, während andere lebende oder todte Thiere einen kaum merklichen Ausschlag lieferten. Die Ausschläge kehrten aber noch, wenn sich die Muskeln nicht mehr verkürzten, ja wenn selbst der Körper des Frosches, der 75 Stunden vorher getödtet worden, der Fäulniß in hohem Grade verfallen war, wieder. Jene Eigenschaft überlebt daher die Verkürzungseinflüsse der Nerven für lange Zeit.

Ein frisch abgerissener Blattstengel von Aesculus Hippocastanum und ein älterer Blüthenstengel von Nymphaea alba verhielten sich, wie ein befeuchteter Baumwollendocht. Ganz frische Muskelstreifen des Oberschenkels des Frosches lieferten im Anfange Ausschläge, wie sie der Frosch im Ganzen zeigte, jedoch in schwächerem Maaße. Die Rückenhaut ergab zweifelhafte Resultate.

Manche Physiker ließen die physiologische Wirkung mit der Dichtig- 4613
keit oder der Intensität des Stromes fallen und wechseln. Matteucci [1]) bemühte sich in neuester Zeit, die Richtigkeit dieser Annahme an den Wirkungen eines einfachen Froschpräparates unter manchen Einschränkungen nachzuweisen. Es giebt nämlich nach ihm eine gewisse, nicht bedeutende Stromstärke, welche schon die größtmöglichen Verkürzungen bedingt, so daß noch kräftigere Ströme keine größeren Erfolge nach sich ziehen. Arbeitet man dagegen mit Strömen, die unterhalb jener Grenze liegen, so zeigt sich, daß der physiologische Erfolg der Intensität des Stromes proportional ist.

Du Bois [2]) faßte die Erscheinungen unter einem anderen Gesichtspunkte auf. Der Bewegungsnerv beantwortet nach ihm nicht die absolute Stromdichtigkeit, sondern den Wechsel dieses Werthes von einem Zeittheilchen zum anderen. Die Zuckung fällt unter sonst gleichen Verhältnissen um so bedeutender aus, je schneller diese Veränderung bei gleicher Größe vor sich geht oder je größer sie in derselben Zeiteinheit erscheint. Es kann daher dieselbe Stromdichtigkeit zu den verschiedensten Erfolgen Veranlassung geben. Wir werden bald Beobachtungen kennen lernen, welche diese Vorstellung in hohem Grade unterstützen.

Da die Zuckung bei nicht zu starken Strömen nur im Augenblicke des Schlusses oder der Oeffnung aufzutreten (§. 2197.), während des Geschlossenseins der Kette dagegen auszubleiben pflegt, so kann man schon schließen, daß der Wechsel der Intensität und nicht die sich gleich bleibende Stromgröße diesen Erfolg vor Allem bedingt. Die Stromdichtigkeit steigt im Augenblicke des Schlusses von Null bis zu einer gegebenen Höhe, sie kehrt in dem Momente des Oeffnens aus dieser zu Null zurück. Es erklärt sich aus jener Anschauungsweise, weshalb die Froschpräparate die geringsten Spuren der Reibungselektricität, welche eine steile Abgleitungscurve darbietet, beantworten, warum die mechanische Erschütterung des Metalls oder des Nerven das Auftreten der Zuckungen begünstigt, weshalb die physiologische Wirkung einer gegebenen Elektricitätsmenge nach Maaßgabe der Ausgleichungsverhältnisse wechselt und das häufige Unterbrechen des Stromes, welches an und für sich die elektrolytischen Wirkungen des Stromes vermindert, die Muskeln in anhaltende Starrkrämpfe versetzt.

Denkt man sich die wechselnden Stromdichtigkeiten als Ordinaten und die Zeit als Abscisse aufgetragen und gleitet eine gegebene Elektricitätsmenge von Null bis zu ihrer

[1]) Matteucci, in den Philosophical Transactions Part II. for 1847. London 1847. 4. p. 243 — 247.

[2]) Du Bois, a. a. O. S. 258 — 274.

größten Höhe oder umgekehrt ununterbrochen ab, so wird die Stärke der Erregung mit der Verkleinerung der Zeit wachsen. Man fühlt daher gleichsam nach Dove's [1] Ausdruck die Abscisse.

Setzt man einen Bewegungsnerven einem sehr starken Strome aus, so ergiebt es sich, daß die Muskeln auch während des Geschlossenseins der Kette fortwährende Wechselkrämpfe darbieten. Du Bois [2]) leitet diese Erscheinung von den starken elektrotischen Wirkungen, welche sich indeß geltend machen, her. Wir werden später sehen, daß solche Zuckungen selbst bei schwachen Strömen unter anderen Bedingungen und zwar nur während des Schlusses, nur nach der Oeffnung der Kette oder ununterbrochen auftreten können.

Manche vielleicht nur scheinbare Ausnahmen kehren in den Empfindungsnerven wieder. Das stechende oder brennende Gefühl, der Geschmack, die Töne und selbst die Lichtbilder, die man während der Einwirkung galvanischer Ströme wahrnimmt, dauern oft nach Geschlossensein der Kette fort. Du Bois nimmt an, daß dieses für den Tastsinn nur bei starken Ketten gilt, in denen unwillkührliche Muskelzuckungen hinzutreten. Schwache liefern die Empfindung einzig und allein in dem Augenblicke des Schlusses. Legt man die Dräthe an Hautwunden, so ist es der stechend brennende Schmerz, der die eigentlich elektrische Einwirkung übertäubt und sich während des Geschlossenseins der Kette noch steigert. Die Fortdauer der Lichterscheinung während des Geschlossenseins kann noch bezweifelt werden. Ich glaube, daß hier noch die Dauer der Sinnesdrücke und die fortwährenden leisen Erschütterungen, welche der Pulsschlag erzeugt (Bd. I. §. 1044 fgg.), manche Verhältnisse, die man zu Gunsten der Wirkung während des Geschlossenseins der Kette anführte, bedingt haben.

4614 **Die elektrischen Ströme bilden die feinsten, bis jetzt bekannten Prüfungsmittel, um die Molecularverhältnisse der Nerven kennen zu lernen. Sie verrathen Zustände, die sich auf keine andere Weise kund geben. Soll Dasjenige, was man bis jetzt mit dem unbestimmten Namen der Empfänglichkeitsgrade bezeichnen muß, auf klarere und sicherere physikalische Begriffe zurückgeführt werden, so verspricht eine genauere Verfolgung der elektrischen Einflüsse das Meiste zu leisten. Es zeigt sich hierbei, daß sich die Molecularbeziehungen der Nerven unter gewissen Bedingungen bleibend ändern, daß sie unter anderen sehr schnell wechseln, oft aber eben so rasch in die früheren Verhältnisse zurückkehren, daß sich gewisse Stellungen der Molecule trotz der verschiedensten Empfänglichkeitsgrade hartnäckig erhalten und daß daher dann die Art der Wirkung von der Quantität derselben unabhängig ist.**

Die Voltaische Alternative (§. §. 2191, 2193, 2256) oder wie es Pfaff [illegible] nannten, die Modificationen der Erregbarkeit durch [illegible] am Deutlichsten, wie sich die Molecularverhältnisse der Nerven unter der Einflüsse der galvanischen Ströme dauernd oder vorübergehend ändern. [illegible] daß hier die Richtung des Stromes einen wesentlichen Einfluß [illegible] Der [illegible] nach dem er in der Bahn von den peripherischen [illegible] Gehirn d. h. central, centripetal oder aufsteigend oder [illegible] centrifugal oder absteigend durchstreicht. Du Bois [illegible] Unterschiede des Winkels, unter dem der Strom einbricht [illegible] peripherischer oder centrifugaler Strom [illegible] Richtung, so wird der Eintrittswinkel [illegible] seine Neigung zwischen [illegible] und [illegible] der Strom weder peripherisch noch [illegible] auf die Längenachse des Nerven [illegible]

[1]) [illegible] Seite [illegible] [2]) Du Bois a. a. O. Seite 255
[3]) Du Bois a. a. O. Seite 3[illegible]

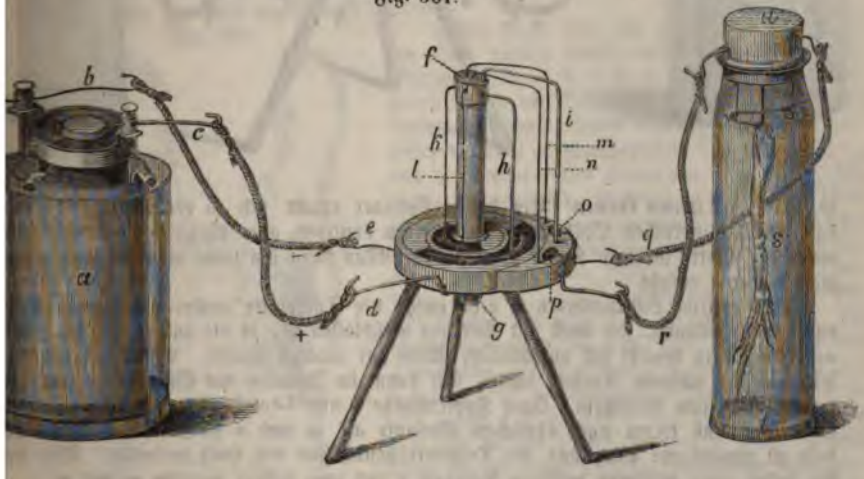
ıt. Die Winkelrichtungen dagegen, die zwischen 90° und 180° liegen, geben keinen ipherischen, sondern einen centralen Strom.

Ich habe eine Reihe von Untersuchungen, die sich in mancher Hinsicht von den frü- en Beobachtungen der Art unterscheiden, in neuerer Zeit angestellt. Man pflegt z. B. st ein Froschpräparat eine Reihe von Malen zu reizen und sich dann hieraus ein ge- ſes allgemeines Ergebniß herzuleiten. Die Ausnahmen, auf die man stößt, werden dieſe Art weniger berücksichtigt. Es entgehen leicht feinere Einzelnheiten, die sich ht sogleich zu erkennen geben. Ich glaubte diese Klippen zu vermeiden, wenn ich mir en einzelnen Reizversuch mittelst der bald anzugebenden Zeichensprache aufschrieb und dann die verschiedenen Erfolge in Muße verglich.

Die gewöhnliche Versuchsmethode schließt das allmählige Vertrocknen des Nerven ht aus. Ich prüfte diesen daher in einem mit Wasserdampf gesättigten Apparate. richtete es zugleich so ein, daß der Nerv in einer bestimmten, beständigen oder nach lieben wechselnden Bahnstrecke von den elektrischen Hauptströmen durchsetzt wurde. bemerkte zugleich bald, daß man hierbei einen Stromwender zu vielen Beobachtungen thig hat, weil sich der durch eine bestimmte Stromesrichtung bedingte Molecularzu- nd längst geändert hat, ehe man die Pole mit freier Hand umkehren kann. Ich be- nte mich daher folgender Arten von Vorrichtungen:

Fig. 361. zeigt uns den Apparat, wie ich ihn zur Untersuchung der gewöhnlichen roschpräparate bei beständiger Länge des durchströmten Hüftnerven gebrauchte. *a* ist

Fig. 361.



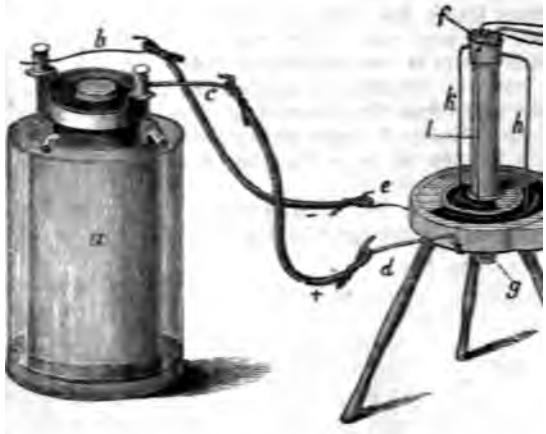
ne einfache Zink-Kohlenkette. Der ungefähr 1 Mm. Dicke und 5 Centim. im äußeren urchmesser haltende Zinkcylinder wird durch eingesetzte Glasstäbe von dem Kohlen- linder, der 4 Centim. im Durchmesser hat und oben einen Kupferring trägt, geschieden. er im Kohlencylinder befindliche Sand ist mit Salpetersäure getränkt. Das umgebende las enthält eine gesättigte Auflösung von Kochsalz. Diese war in der Regel nur bis einer Höhe von höchstens einem Centimeter aufgeschichtet, weil die schwachen Ströme, ie wir sehen werden, die schärfsten Ergebnisse liefern. Ich beschränkte mich sogar in anchen Fällen absichtlich nur auf eine Flüssigkeitsschicht von 1 Mm. Höhe, um mit öglichst schwachen Strömen zu arbeiten. Größere Mengen der Auflösung wurden nur usnahmsweise und für gewisse Nebenzwecke angewendet.

Der positive Strom geht hier von dem positiven Zink durch die Salzlösung zu der gativen Kohle und tritt zu dem negativen Kupferringe heraus. Es ist daher der mit esem verbundene Leitungsdrath *c* positiv und der mit dem Zinkcylinder vereinigte Lei- ngsdrath *b* negativ. Hätten wir einen Zinkkupferapparat, wie er z. B. Bd. II. Fig. 44 bgebildet worden, an ein Froschpräparat unmittelbar angelegt, so hätten wir gerade das mgekehrte gehabt, weil dann das Froschpräparat selbst den feuchten Leiter bildet.

Cordonschnüre von Neusilber, die gut leiten und ſi
gen bringen, ſtellen die Verbindung mit dem Strommes
ragende Kupferdräthe *d* und *e*. *d* nimmt die poſitive
wie es die Fig. 362. zeigt, auf.

Der Strommender ſelbſt beſteht aus einem drei
Platte zwei bogenförmige, dem Mittelpunkte concentri
mit Queckſilber gefüllt und ſo weit ausgeſchnitten, daß

Fig. 362.



in ihnen frei ſpielen können. Ein hohler Cylinder erh
hält einen cylindriſchen Stab, der oben in einen breiter
unter der Platte in einen Knopf *g* anſchwillt. Man ka
man *f* oder *g* anfaßt.

Der poſitive Leitungsdrath *d* geht unter der Tiſ
durch eine Oeffnung, die ſonſt mit Kitt gut verſchloſſen
negative Drath begiebt ſich auf ähnliche Weiſe zur inn
ſpielt in der äußeren Furche, ſchlägt ſich dann im I
kommt als *i* zum Vorſchein. Zwei Kupferdräthe *k* un
ſilberrinne und treten nach ähnlichem Verlaufe als *m*
bald zu erwähnende Trog und die Drehvorrichtung für
ben daher einen mittleren poſitiven Poldrath *i* und zwe

Die Tiſchplatte trägt vorn einen kleinen Trog, in
Löcher *o* und *p* angebracht ſind. Man füllt dieſe mit
pen hervorragen. Stehen die Dräthe ſo wie es die Fig
ſo hat das in *o* und *p* befindliche Queckſilber keine
wir nun *f* oder *g* ſo, daß der in paſſender Entfernung
Drath *n* in *p* taucht, ſo iſt *o* poſitiv und *p* negativ
Queckſilber in *p* und der von *i* eben ſo weit als *n* entf
ſo iſt *p* poſitiv und *o* negativ.

Zwei in der Figur leicht kenntliche Leitungsdräthe
hen dieſe wiederum mit den Leitungsſchnüren *q* und *r*,
präparates zuſammenhängen, in Verbindung, ſo kann
im Augenblicke wechſeln laſſen.

Das Froſchpräparat ſelbſt iſt in einem luftdicht v
Man gießt etwas Waſſer *s* auf den Boden des Gefäße
trocknen zu ſchützen. Ich war auf dieſe Weiſe im Sta
ſchenkel zwei Tage hinter einander zu unterſuchen. Ma
Nerven durch den Gebrauch von Schwefelſäure oder

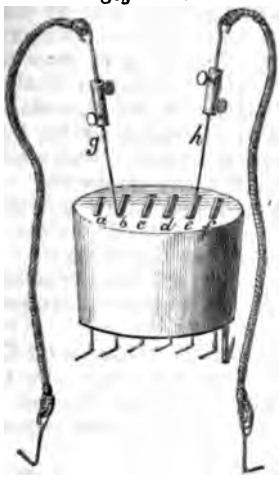
oder ihn den Dämpfen des Aethers, des Chloroforms, der Essigsäure, des Ammoniaks und dergleichen aussetzen.

Das Glas *s* wird durch einen Kork *u* luftdicht geschlossen. Zwei kupferne Leitungsdrähte, an denen die zuleitenden Schnüre aufgehängt werden, gehen durch ihn hindurch und endigen in rechtwinkelig umgebogene Arme von gleicher Höhe, um den Nerven aufzunehmen. Das Froschpräparat wird an einem Hornhaken, das in der Unterfläche des Korkes befestigt ist, in der Masse zwischen dem Knie und dem Wadenmuskel aufgehängt. Man schlägt dann den Hüftnerven, wie es die Abbildung zeigt, um den einen Leitungsdrath herum, führt ihn nach dem anderen hinüber und befestigt ihn hier durch eine oder mehrere Touren. Man hat so eine beständige Strecke des Nerven, die von den elektrischen Strömen durchflossen wird. Sie betrug in der Regel in meinen Versuchen zwischen $1^1/_2$ und 2 Centimeter.

Ist z. B. Alles, so wie es die Abbildung zeigt, angeordnet, so entspricht die Leitungsschnur *q* dem centralen und *r* dem peripherischen Ende des Nerven. Dreht man den Stromwender so, daß der positive Drath *i* in das Quecksilber von *o* und der negative *m* in das von *p* taucht, so geht der Strom peripherisch oder centrifugal durch. Dreht man dagegen bei *f* oder *g*, daß *i* in *p* und *m* in *o* eingreift, so hat man einen centralen oder einen centripetalen Strom.

Man sieht leicht, daß die Länge des Nerven, die von der Elektricität durchflossen wird, in der eben geschilderten Vorrichtung in allen Fällen die gleiche bleibt. Wollte ich nun mit wechselnden Längen Versuche anstellen, so vertauschte ich den Kork *u* Fig. 362 mit dem Fig. 363 abgebildeten Zapfen.

Fig. 363.



Dieser Kork hat, wie man sieht, 6 Dräthe. An seiner oberen Fläche befinden sich 6 längliche Rinnen, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, in welchen die umgebogenen Enden der Dräthe versenkt sind und in die man vorn einen kleinen Leitungshaken oder noch besser die bald zu erwähnenden Leitungsnadeln, *g* und *h*, befestigt. Der Hornhaken, der das Froschpräparat aufnimmt, ist hier an dem einen Ende angebracht, damit man so wenig Länge als möglich verliert. Die Kniebeugungen der Dräthe bilden im Ganzen einen Bogen, wie ihn die Abbildung darstellt. Man sichert sich hierdurch, daß alle Dräthe den aufgelegten Nerven berühren. Ist Alles vorbereitet, so füllt man die Rinnen mit Quecksilber. Die Entfernung der Dräthe von *a* und *b* betrug z. B. in einer meiner Vorichtungen 5, die von *b* und *c* 6, die von *c* und *d* 7, die von *d* und *e* 6 und die von *e* und *f* wieder 5 Mm. Schloß ich z. B. die Kette vermöge der Haken der Zuleitungsdräthe in *a* und *b*, so wurden 5 Mm. durchströmt. War dagegen die Verbindung in *a* und *f* hergestellt, so betrug die durchflossene Nervenstrecke 29 Mm.

Diese Einrichtung paßt noch zu mehreren anderen Versuchen. Man kann z. B. sehen, ob und welche Unterschiede ein Nerv giebt, je nachdem die gleiche Länge des centraleren oder des peripherischen Stückes elektrisch angeregt wird. Man braucht dann nur z. B. das eine Mal *f* und *e* und das zweite Mal *b* und *a* als Verbindungsglieder zu benutzen. Man ist aber auch im Stande, die *fe* entsprechende Strecke der Nerven einer Stromesrichtung anhaltend auszusetzen und dann zu untersuchen, ob, wie und wann dieses die Stimmung der zu *b a* gehörenden Nervenstrecke verändert.

Will man reine und sich gleichbleibende Ergebnisse in lebenden Fröschen erlangen, so muß man alle heftigeren Nebenverletzungen vermeiden. Ich schritt daher nur in den Fällen, wo es unvermeidlich oder des Vergleiches wegen geboten war, zur blutigen Bloßlegung der Nervenstämme. Ich bediente mich dagegen meistentheils der Acupunctur, um unter möglichst natürlichen Verhältnissen zu arbeiten.

Die Vorrichtung blieb im Wesentlichen die gleiche, wie sie Fig. 362 gezeichnet wor-

den. Nur wurde natürlich das Glas *s* weggelassen. Ich gebrauchte hier [illegible] schnüre wie sie Fig. 363 an *g* und *h* dargestellt sind. Ein hohles cylindrisches [illegible] stück ist mit zwei Klemmschrauben versehen. Die obere befestigt die [illegible] die untere die Stahlnadel, die unmittelbar eingestochen wird. Man kann beide [illegible] der Vorrichtung mittelst der Schrauben leicht wechseln. Ich stach die Nadeln [illegible] Weiteres in die Gegend des Hüftnerven oder eines anderen leicht zugänglichen [illegible] ein. Man hat allerdings hier Nebenwirkungen, welche die feuchten, den Nerven [illegible] gebenden thierischen Theile bedingen. Der Hauptstrom geht aber in der Länge des [illegible] ven hin. Die vorzüglichsten Ergebnisse sind daher auch so beständig, als man es [illegible] wünschen kann, und stimmen im Wesentlichen mit denen, in welchen die [illegible] Nerven keine Veränderung erzeugte, überein.

Was die Schmerzenseindrücke betrifft, so habe ich die Resultate, welche [illegible] schwächer oder stärker geladene einfache Ketten geben, gänzlich bei Seite gelassen. [illegible] bemerkt allerdings oft genug, daß sich das Thier krümmt, den Mund öffnet [illegible] schreit, daß es seinen zweiten Fuß oder den ganzen Körper bewegt, wenn man den [illegible] des anderen Fußes elektrisch reizt, daß Reflexbewegungen in entfernten Theilen des [illegible] Frosches auftreten. Alle diese Zeichen sind aber in hohem Grade unbeständig [illegible] in einzelnen Thieren vollständig. Sie kommen in anderen am Anfange [illegible] und mangeln bei Fortsetzung der Versuche. Sie zeigen sich endlich [illegible] in dem Verlaufe der Prüfung, wenn das Thier gleichsam ungeduldig wird.

Anders verhält es sich dagegen mit sehr starken Inductionsschlägen. [illegible] werden, bewirken, daß frisch eingefangene Frösche so [illegible] man sie sonst, selbst nach der eingreifendsten Nervenverletzung selten hört, [illegible]

Will man den Magnetelektromotor gebrauchen, so darf man sich nicht des [illegible] in Fig. 347 abgebildeten Hammerwerkes bedienen. Der menschliche Körper [illegible] am Deutlichsten lehren, wie wenig zuverlässig jene Einrichtung ist, wenn es [illegible] einzigen Schließungs- oder Oeffnungsstrom handelt. Hat man [illegible] Kette an den Magnetelektromotor angefügt und den Hammer so tief herabgeschraubt, daß er auf der Unterlagsplatte beständig ruht, und faßt die Handhaben mit den [illegible] Händen, so wird man finden, daß die Ergebnisse häufig wechseln. Man [illegible] keinen Schlag [illegible], daß man den Hammer abheben oder wieder anlegen läßt. [illegible] in anderen Fällen, wenn der Gehilfe zu schließen glaubt [illegible] Eben so wechselt die Stärke der Empfindungen [illegible] Der Grund dieser Schwankungen liegt darin, daß der Schluß [illegible] Die Ungleichheiten der Oberfläche, [illegible] Hand und andere, nicht zu berechnende Nebenverhältnisse [illegible]

[illegible] Elektromotoren, in denen der Schluß und die Oeffnung [illegible] Der Hammer ist hier durch eine Platinspitze [illegible] kleinen Löffel, der mit einem Tropfen amalgamirten [illegible] herausspringenden Quecksilbers gefüllt wird. Die Platinspitze [illegible] wieder von ihm los.

[illegible] Wirkung des Schlusses oder der Oeffnung eines [illegible] muß man auch zum Quecksilberschlusse seine [illegible] Zwecke die Unterlagsplatte *h* Fig. 347, befestigt [illegible] auf der sie ruht und senkt ihn in den [illegible] mit Quecksilber gefüllten U-förmigen Rohres. [illegible] an dem Hammer oder einem der metallisch mit ihm [illegible] Taucht man diesen in den zweiten Schenkel des Rohres, [illegible] heraus, so wird sie geöffnet. Gebraucht man [illegible] empfindet der Mensch immer nur den oft heftigen Oeffnungsschlag [illegible] Schlusse nichts bemerkt. Die Ergebnisse entsprechen daher [illegible] Bd. I S. 1[illegible] fgg. Die Frösche und die Kaninchen [illegible] sichere Ergebnisse.

[illegible] daß ich jeden einzelnen Reizversuch mittelst [illegible] Ich glaube, daß die allgemeine Annahme [illegible] wäre. Wenn man die einfacheren Verhältnisse [illegible] mit den Worten der centripetalen und der centrifugalen elektrischen [illegible]

der Schließungs- und der Oeffnungszuckung umschrieb, so wurde es sogar für den Kundigen schwer, verschiedene Angaben augenblicklich zu vergleichen und selbst Mißverständnisse zu vermeiden. Hat dagegen jeder Einzelerfolg seine bestimmte, in Zeichen ausgedrückte Formel, so kann man die Uebereinstimmung oder den Unterschied im Augenblicke übersehen. Ich habe daher wenigstens einen Theil der von mir gebrauchten Abkürzungen in der nachfolgenden Darstellung benutzt.

Der centripetale oder centrale Strom wird mit *c* und der centrifugale oder peripherische mit *p* bezeichnet. Ziehen sich die Muskeln des Ober- und des Unterschenkels mit oder ohne die des Fußes gleichzeitig zusammen, so bemerkt man dieses mit *A*, *B* u. s. f., *a*, *b* u. s. w. bezeichnet das Gleiche für die Oberschenkelmuskeln allein, 1, 2, 3 u. s. f. für jene bekannte Zusammenziehungsweise der galvanischen Froschpräparate, bei denen der Wadenmuskel allein arbeitet oder wenigstens den Ausschlag giebt, *I*, *II* u. s. f. für die Muskeln, die an der vorderen Seite des Unterschenkels und des Fußes liegen. Dieser Doppelfall wird, wo es nöthig ist, durch untergeordnete Zeichen unterschieden. α, β, γ u. s. f. endlich bezieht sich auf das Spiel einzelner Zehen.

Da sich die Muskeln in verschiedenem Grade zusammenziehen, so drückt man dieses schätzungsweise durch ein gewähltes Zeichen aus. Man schreitet hierbei in aufsteigender Reihe weiter. *A*, *a*, 1, *I* und α bezeichnen die schwächsten und *E*, *e*, 5, *V* und ε die stärksten Grade der einzelnen ihnen entsprechenden Bewegungen. *B*, *C*, *D* u. s. f. beziehen sich dann auf die immer zunehmenden Zwischenstufen der Verkürzung. Wir werden später sehen, daß die meisten eigenthümlichen Wirkungen der Nerven in fast allen Graden der Verkürzung auftreten. Will man dieses ausdrücken, so trägt man dann z. B. *A* bis *E* oder 1 bis 5 in die Formel ein.

Jede Wirkung eines elektrischen Stromes hat vier Punkte zu berücksichtigen, den Schluß, die Oeffnung, die Zeit, während welcher die Kette geschlossen ist, und die, welche der Oeffnung nachfolgt. Jede Formel enthält daher vier Glieder, die in der eben erwähnten Reihe hinter einander stehen. Ruhten die Muskeln während irgend eines der vier Glieder, so wird dieses mit 0 angegeben. Die Erscheinungen des Schlusses oder der Oeffnung haben die eben erläuterten Zeichen. Es ereignet sich aber, daß Wechselkrämpfe oder anhaltende Zuckungen während des Geschlossenseins der Kette vorhanden sind und mit dem Oeffnen aufhören oder umgekehrt mit dem Schlusse schwinden und nach der Oeffnung wiederkehren. Erhält sich die Zuckung während der ganzen Dauer des Geschlossenseins der Kette, so wird dieses mit ss, wenn nicht, mit s im dritten Gliede bezeichnet. Man setzt dann das Zeichen hinzu, welches den zuckenden Muskeln entspricht. Spielen diese nach der Oeffnung, so wiederholt sich das Gleiche für das vierte Glied. Der Unterschied zwischen s und ss ist aber hier ein rein willkührlicher. Ich habe s gebraucht, wenn die Zuckungen weniger als ¼ bis ½ Minute, und ss, wenn sie länger anhielten.

Wir haben z. B. früher gesehen, daß die galvanischen Präparate im Anfange im Augenblicke des Schlusses und der Oeffnung gleich stark zu zucken pflegen, der Strom mag centrifugal oder centripetal gerichtet sein. Sie ruhen dagegen meistentheils während des Geschlossenseins und nach der Oeffnung. Wir haben hierfür nach jener Zeichensprache die Formel:

$$p = c = 1 \text{ bis } 5.\ 1 \text{ bis } 5.0.0.$$

Der peripherische oder centrifugale Strom erregt später in der Regel eine Schließungs- und keine Oeffnungszuckung, der centrale oder centripetale eine Oeffnungs- und keine Schließungszuckung. Die Formel ist daher für diesen Fall:

$$p = 1 \text{ bis } 5.0.0.0. \text{ und } c = 0.1 \text{ bis } 5.0.0.$$

Gesetzt, wir hätten ein galvanisches Froschpräparat, welches den Schluß und die Oeffnung des centralen, wie des peripherischen Stromes mit der bekannten Zuckungsweise ziemlich lebhaft beantwortete, es zeigten sich überdieß bei centralem Strome Wechselkrämpfe des Wadenmuskels, welche den Fuß nicht hin- und herschleudern, während der ganzen Zeit des Geschlossenseins der Kette anhielten, mit dem Oeffnen der Kette aber sogleich aufhören, und bei dem peripherischen Strome ähnliche Wechselkrämpfe, die aber erst nach dem Oeffnen auftreten und dann nur einige Secunden anhielten, so wäre diese lange und zum Theil verwirrende Beschreibung übersichtlicher gemacht durch die Formeln:

$$c = 3.3.ss1.0. \text{ und } p = 3.3.0.s1.$$

Wir wollen nun zunächst eine Reihe allgemeiner Ergebnisse, welche Frühlingsfrösche, und zwar meist Grasfrösche (R. esculenta), zum Theil aber auch Wetterfrösche

(R. temporaria) betreffen, betrachten. Ich beschränke mich hierbei auf einen Theil der in den oben erwähnten Tabellen verzeichneten Einzelversuche, und zwar vorzugsweise auf die ersten 2800. Die einzelnen Beispiele, die ich anführe, wurden aus diesem Verzeichnisse entnommen. Sie sind mithin gemachte Versuche und nicht bloß zur nähern Erläuterung erfundene Paradigmen. Ich werde übrigens wahrscheinlich jene Tabellen später, wenn ich sie für die verschiedenen Jahreszeiten hinreichend vervollständigt haben werde, aus mehreren Gründen veröffentlichen. Sie enthalten natürlich meist [illegible] Einzelbelege für jeden der bald anzuführenden Sätze. Ich zweifele überdies nicht, daß mir manches versteckte Gesetz bei der Masse der einzelnen Thatsachen entgangen ist und daß deshalb noch die nackte Darstellung von diesen von Nutzen sein könnte.

1) Sticht man die Nadel der einen Leitungsschnur in die Gegend, in welcher der Hüftnerv in das Becken tritt und die zweite in die, wo er am Kniee verläuft, in den sonst unverletzten Schenkel eines lebenden Frosches ein und läßt nur mäßige galvanische Ströme durchtreten, so findet man als Regel, daß die Muskeln des Hinterfußes nur bei dem Schlusse und nicht bei der Oeffnung des Stromes zucken, dieser mag peripherisch oder central gerichtet sein. Zeigt sich ausnahmsweise eine Oeffnungswirkung, so ist diese immer beträchtlich schwächer als die den Schluß der Kette begleitende Zusammenziehung. Das Zuckungsgesetz der Hüftnerven des lebenden Thieres unter dem Einflusse mäßiger Ströme ist daher: $p = c = A$ bis $E.0.0.0.$

oder ausnahmsweise $p = c = A$ bis $E.$ A bis $C.0.0.$

So sicher dieser Erfolg unter den oben angegebenen Verhältnissen auftritt, so unverwüstlich zeigt er sich unter den mannigfachsten Nebenverhältnissen. Die Erscheinung blieb im Allgemeinen die gleiche, wenn ich den Frosch auf einer Glasscheibe isolirte oder nicht, von früh bis Abends angebunden und mit eingesteckten Nadeln liegen ließ und ihn von Zeit zu Zeit prüfte, wenn ich das Thier indeß enthauptet, das Rückenmark einige Zeit früher zerstört, das Hüftgeflecht durchschnitten oder dasselbe mit der Pincette mehrere Male zusammengedrückt, wenn ich heftige Starrkrämpfe mit Hilfe des Magnetelektromotors in der Zwischenzeit angeregt, wenn ich den Frosch vor oder während der Prüfungsperiode mit Aether oder Chloroform betäubt oder mit Strychnin vergiftet, wenn ich endlich den Nerven eine Zeit lang einem anhaltenden schwachen centralen oder peripherischen Strome ausgesetzt hatte.

Wir stoßen hierbei auf einen Satz, dem wir in der Folge noch häufig begegnen werden. Die Schließungszuckung und der Mangel oder die Verkleinerung der Oeffnungszuckung kehrten in allen Stadien des Umfanges der Empfänglichkeit und bis zu den letzten Spuren derselben wieder. Sinkt jener, so nimmt die Stärke der Verkürzungen ab. Sie werden zunächst immer schwächer. Die Wadenmuskeln antworten zuletzt gar nicht. Beide Stromesrichtungen geben aber noch leise Zuckungen am Oberschenkel. Mit einem Worte: die Art des Erfolges ist von der Quantität desselben im hohen Grade unabhängig.

Ich habe enthauptete Frösche aufgebunden und mit den eingestochenen Nadeln sehr oft untersucht, bis sie den galvanischen Strom nicht mehr veränderten. Ich ließ einen Frosch der Art in einem Wasserdampfapparate über Nacht liegen. Die Größe des Ausschlages sank immer mehr. Allein das oben erwähnte Gesetz machte sich vom ersten bis zum letzten Versuche geltend. Das Gleiche zeigten Beobachtungen, die ich mit Aether und Chloroform anstellte. Ich prüfte zuerst die Frösche im regelrechten Zustande, steckte dann den Kopf durch einen passenden Einschnitt eines Blasenstückes, das über den unteren Ausgang eines gläsernen Trichters ausgespannt und angetrocknet war, brachte durch die obere Mündung ein mit Aether und Chloroform durchtränktes Schwämmchen und verschloß diese mit einem Korkzapfen. Es nahm auch hier nur die Quantität, nicht aber die Art des Erfolges ab.

Es ist mir mehrere Male vorgekommen, daß ich die Schenkelschlagader bei dem Einstechen der einen Leitungsnadel in der Nähe des Kniees verletzte und so eine nicht unbedeutende Blutung veranlaßte. Das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven wurde durch diesen Nebenfall nicht gestört.

Ich hatte den Hüftnerven eines grünen Grasfrosches dicht an seinem Austritte aus dem Becken durchschnitten. Das Thier wurde dann ohne Wasser aufbewahrt, damit nicht der Nerv durch das Eindringen der Flüssigkeit Schaden leide. Dieser Umstand lohnte den Frosch 6 Tage nach der Operation. Ich untersuchte die Verhältnisse

jedem der dazwischen liegenden fünf Tage. Das Zuckungsgesetz bewährte sich auch r in allen Prüfungen wenigstens insofern, als hier immer die Schließungszusammenhung beträchtlich stärker ausfiel als die Oeffnungszuckung.

Ein Theil der Frösche, die zu diesen Beobachtungen dienten, war im Herbste einfangen und den Winter über in einem künstlichen Teiche aufbewahrt, ein anderer de März oder Anfangs April frisch ausgegraben und einen oder wenige Tage darf geprüft worden. Einige hatten sich vorher in Wasser, andere in befeuchtetem oose aufgehalten. Manche hatten die Begattung noch nicht ausgeübt. Andere umten die Weibchen unmittelbar, ehe ich sie untersuchte. Noch andere hatten vorher e Eier gelegt. Das Zuckungsgesetz kehrte trotz dieser verschiedenen Nebenverhältnisse mer wieder.

2) Der mit Nadeln angestochene Hüftnerv eines lebenden Frosches, der den Einfluß es sehr schwachen Stromes Stunden lang nach dem oben erwähnten Zuckungsgesetze antwortet hat, liefert sogleich doppelte Wirkungen, d. h. Schließungs- und Oeffnungsckungen bei jeder beliebigen Stromesrichtung, wenn man die starken Ströme einer aus er Reihe von Bunsen'schen Ketten bestehenden Batterie, die mit verdünnter Schwefelure statt des Salzwassers geladen ist, anwendet und sie durch eine größere Strecke des erven strömen läßt. Sehr kräftige Inductionsströme des Magnetelektromotors führen dem gleichen Ergebnisse.

Wir begegnen hier einer Erscheinung, die auch für die galvanischen Froschpräparate iederkehrt. Die beiden Bedingungsglieder der kraftvolleren Wirkung der Elektricität, mlich stärkere Ströme oder richtiger steilere Abgleitungscurven für dieselbe Zeiteinheit d eine größere Länge der Durchströmungsstelle der Nerven verhüllen den ursprünghen Stimmungscharakter des letzteren, indem sie doppelte Wirkungen hervorrufen. s liegt hierin der Hauptgrund, daß man das oben erwähnte Zuckungsgesetz der lebenn Nerven bisher nicht scharf hervorhob. Der unzweckmäßige Gebrauch starker Ketten ad langer Nervenstrecken hat ähnliche Uebelstände für das Studium der galvanischen roschpräparate herbeigeführt.

Ueberschreitet die elektrolytische Wirkung kraftvollerer Batterien eine gewisse Größe, zeigt sich, daß anhaltende Wechselkrämpfe während der Dauer des Geschlossenseins uftreten. Diese beschränken sich bei mäßigen Wirkungsgraden auf die Muskeln des berschenkels. Es zittern dann bisweilen nur einzelne Gruppen, die dem Einflusse ahrscheinlich vorzugsweise ausgesetzt sind. Bezeichnen wir z. B. die an der Innenseite elegenen Oberschenkelmuskeln mit *i*, so zeigte ein Frosch, der der oben erwähnten Batrie der drei mit Schwefelsäure geladenen Ketten für 5 Mm. Länge des Hüftnerven nterworfen war:

$$p = B \text{ bis } C \,.\, A \,.\, zzbi \,.\, 0 \text{ und } c = C \,.\, C \,.\, zzbi \,.\, 0.$$

Hatte ich dagegen Tags vorher den gleichen Hüftnerven und zwar für 28 Mm. Durchströmungslänge, aber nur mit einer der drei, eben so stark mit Schwefelsäure geadenen Ketten geprüft, so erhielt ich

$$p = c = D \,.\, 0 \,.\, 0 \,.\, 0.$$

Dieses, dem Zuckungsgesetze der Nerven des lebenden Thieres entsprechende Ergebniß hielt den ganzen Nachmittag unter den verschiedensten Verhältnissen an. Die anewandte einfache Kette war wenigstens so stark, daß sich immer Gasblasen an der Einstichsstelle der Nadel, welche dem negativen Pole entsprach, binnen Kurzem entwickelten, wenn die Kette eine Zeit lang central oder peripherisch geschlossen erhalten wurde. Es zeigten sich dessenungeachtet keine Wechselkrämpfe, wie bei der kräftigeren Batterie. Wir sehen hieraus, daß sie eine gewisse, nicht unbedeutende Größe der elektrotytischen Wirkung voraussetzten. Eben so bemerkte ich in anderen Fällen, daß die Wechelkrämpfe im Anfange fehlten, und je länger der Versuch dauerte, um so sicherer hervortraten.

Verstärkt man die Kette oder die Batterie, mit welcher man arbeitet, so sieht man zwar häufig, daß sich die Kraft, mit der sich die Muskeln bei dem Schlusse oder der Oeffnung verkürzen, vergrößert. Man findet aber auch oft genug, daß dieses nicht der Fall ist. Man erhält nicht selten ungefähr die gleichen Ausschläge, die einfache Kette mag mit gesättigter Kochsalzlösung nur wenige Millimeter oder mehrere Centimeter, oder mit verdünnter Schwefelsäure bis zur zuletzt genannten Höhe geladen sein. Wiederholt man den gleichen Versuch mit derselben Säule, so stößt man auf ähnliche

Verschiedenheiten. Der erste Versuch kann z. B. $c = D.0.0.0$, der zweite $c = 0.0.0$ und der dritte wieder $c = D.0.0.0$ geben, obgleich alle drei im Laufe wenigen Secunden angestellt worden, zum Beweise, daß hier noch andere Bedingu glieder, als die Erschöpfung der Nervenkraft und der Leitungswiderstand der Kette der einwirken.

Diese Thatsache spricht in hohem Grade für die Annahme von du Bois, daß physiologische Erfolg nicht sowohl von der absoluten Quantität, als von der Schnel keit, mit der sich eine gewisse gegebene Elektricitätsmenge ausgleicht, abhängt. Eine dieselbe beständige Säule liefert daher sehr verschiedene Verkürzungsgrade, je nach der Wechsel, das Ansteigen der von 0 bis zur gegebenen größten Elektricitätsmenge dem Eintritte und das Umgekehrte bei dem Austritte des Stromes, schneller vor geht oder nicht.

3) Man kann die Stimmung des lebenden Nerven für einige Augenblicke durch wisse Nebenverhältnisse so verändern, daß dadurch das Zuckungsgesetz in die Norm doppelten Wirkung selbst für schwächere Ströme übergeht. Dieses dauert aber kurze Zeit und der Nerv findet oft schon in ein paar Secunden sein früheres Gl gewicht wieder, so daß sich das unter Nr. 1 genannte Zuckungsgesetz von Neuem tend macht.

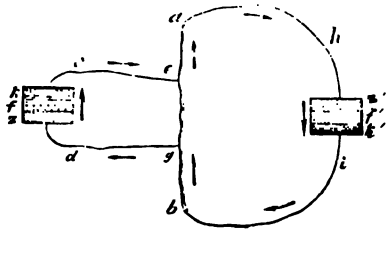
Es kommt in abgematteten Fröschen, in solchen, die sich bei dem Aubinden ke gewehrt haben, in anderen, in denen die Muskeln des Oberschenkels durch die Einst nadeln zu sehr gezerrt worden waren, vor, daß man ausnahmsweise z. B. im Anfange p $C.a.0.0.c = D.0.=a.0.$ findet, später dagegen $p = C.0.0.0.$ $c = D.0.0.$ erhält. Setzt man aber die Frösche einer tief eingreifenden Verletzung aus, entfer man sie, zerstört ihr Rückenmark, enthäutet rasch den Oberschenkel und prüft den Hü nerven unmittelbar darauf, so bemerkt man nicht selten, daß eine doppelte Wirkung des Zuckungsgesetzes zum Vorschein kommt. Dieser veränderte Zustand dauert hö eine Reihe von Minuten. Allein oft genug reichen schon wenige Secunden hin, bi der Nerv seine frühere Stimmung wieder gewinnt. Man bemerkt daher auch in vi Fällen gar keinen Wechsel derselben, wenn man sich mit der Prüfung noch so sehr be

Es ereignet sich in anderen Fällen, daß man in den ersten Versuchen z. B. c $p = C.C.0.0$ und später c oder $p = C.0.0.0.$ erhält. Man bemerkt aber auch noch anderen Fällen, in denen die veränderte Stimmung sehr lange anhält, daß sie im Laufe der Zeit gleichsam verschlechtert. Man erhält z. B. zuerst $C.A.0.0.$ später $C.C.0.0.$ für p oder c.

4) Ich stach die eine Leitungsnadel in den Hüftnerven eines lebenden Frosches d an dem Beckenaustritte desselben und die zweite nahe an dem Kniegelenke ein. Wir w len diese beiden Nadeln mit m bezeichnen. Zwei andere Nadeln n kamen in die Mi des Oberschenkeltheiles des Hüftnerven. Schloß ich nun m anhaltend mit einer Kette während ich n abwechselnd mit einer zweiten Kette b verband und trennte, so zeigten Zuckungen bei dem Schlusse von b oder bei diesem und der Oeffnung Die Musk rukten dagegen meistentheils in den Zwischenzeiten. Dieser Versuch lehrt unmittelb daß nicht bloß das rasche Ableiten der Elektricität von o bis h oder von h bis o, i dern auch die plötzliche Veränderung von h auf $h + a$ oder von h auf $h - a$ Zuck gen veranlaßt.

Was die Einflüsse der Stromesrichtungen betrifft, so müssen wir die Antworten Galvanometers mit denen der Muskeln vergleichen. ab Fig. 364 sei die größere N venstrecke (m), welche von der Kette z allein von a nach b durchströmt wird. eg die kleinere eingeschlossene Nervenstrecke die in entgegengesetzter Richtung von g na durchflossen würde, wenn $z'f'k'$ allein th wäre. Schalten wir nun ein Galvanom in c e ein, so weicht die Nadel, sobald allein geschlossen ist, um eine Reihe von G den ab. Man sollte nun auf den ersten B glauben, daß sich diese Ablenkung verklein würde, wenn man jetzt die entgegengese Kette $z'f'k'$ schließt. Die Ablenkung nim

Fig. 364.



im Gegentheil zu. Schließt man umgekehrt $z'f'k'$ so, daß auch von ihr allein eg der Richtung von e nach g durchflossen würde, daß also beide Ströme gleichläufig so erhöht sich die Ablenkung nicht. Sie vermindert sich vielmehr.

Die Sache erklärt sich einfach aus den Wegen der Ströme. Sind nämlich die beiStromesrichtungen entgegengesetzt combinirt, so kommen gar nicht zwei Ströme zu nde, sondern ein Strom schlägt durch beide Ketten auf kürzestem Wege durch. gt zfk Fig. 364 wäre peripherisch und $z'f'k'$ central geschlossen, so geht dieser eine om den Weg zfk, ce, ea, ah, $z'f'k'$, ib, bg, gd, zfk, d. h. beide Ketten sind nd verbunden, sie unterstützen sich vermöge der Vergrößerung der Oberflächen der romotoren, und es wird überdies das Stück eg des Nerven, das einen größeren ngswiderstand darbietet, von dem Hauptstrome umgangen. Daher die Vergrößerung Ablenkung der Magnetnadel. Haben wir umgekehrt beide Ströme gleichläufig für rbunden, so sind beide Ketten unpassend vereinigt. Die eine schwächt die andere Nebenschließung und kein Theil der Nerven wird jetzt umgangen. Daher die Verung der Ablenkung. Daher auch ein feuchter Baumwollendocht dieselben Grundungen am Galvanometer liefert, wie der lebende Nerve.

Stimmten die physiologischen Antworten der Muskeln mit denen des Galvanometers ein, so müßte man erwarten, daß die gleichläufigen Ströme die Zuckungen verkleiund die entgegengesetzten sie erhöhen würden. Die Erfahrung lehrt gerade das ntheil.

Läßt man nämlich einen anhaltenden Strom längere Zeit durch das größere Nerdes lebenden Frosches durchgehen, während man das kleinere dazwischen liegende er zweiten Kette von Zeit zu Zeit prüft, so findet man, daß die Zusammenziefrüher oder später für beide Stromesrichtungen abnehmen, daß sie aber für den gesetzten Strom stärker fallen, als für den gleichartigen.

Ich machte z. B. $m = 28$ und $n = 4$ Mm. m allein gab mit der Kette a Werth $p = c = D.0.0.0.$ und n mit b den Werth $p = c = B.0.0.0.$ Ließ ich von a in peripherischer Richtung anhaltend durchflossen werden, und schloß indeß wechselnd central und peripherisch, so zeigte sich im Anfange $p = C.0.0.0.$ und $B.0.0.0.$, und später in oft wiederholten Versuchen $p = B$ bis $A.0.0.0.$ und a bis $d.0.0.0.$

Wir werden später sehen, daß ein anhaltender galvanischer Strom die Molecüle des Nerven in seiner Richtung zu verändern sucht. Dieser Wechsel erfolgt aber nicht so plötzlich, daß dadurch Zuckungen bedingt würden. Die Elasticität der Nervenmolecüle strebt der Verrückung entgegen. Ein vollkommen elastischer Riemen, den wir z. B. durch 100 Grm. bis zu einem gewissen Grade ausgedehnt haben, verlängert sich durch den 10 Grm. weniger, als er sich verkürzt, wenn wir das Zuggewicht auf 90 Grm. zurückführen.

Wenn das Nervenstück ab von einem anhaltenden peripherischen Strome h durchflossen wird, so erzeugt der ungleichläufige Schluß von eg den Werth $h + p$, d. h. er erhöht gleichsam das durch den ersten Strom gegebene Zuggewicht, dem die Elasticität der Nervenmolecüle entgegenstrebt. Sind beide Ströme gleichläufig, so haben wir $h - a$. Es wird daher auch der Ausschlag, d. h. die Zuckung für den entgegengesetzten erhöhenden Strom $h + a$ kleiner, als für den gleichartigen, erleichternden $h - a$ ausfallen. Der Einfluß, den der ursprüngliche anhaltende peripherische Strom ausübt, wächst mit der Zeit. Es sinkt nach und nach die Gegenwirkung der Elasticität, während die gezwungene Stellung der Nervenmolecüle überhand nimmt. Es greift daher auch die Veränderung von h auf $h + a$ oder $h - a$ absolut weniger durch. Daher die Empfänglichkeit mit der Zeit überhaupt abnimmt.

Wenn ein peripherischer Strom durch einen Nerven unausgesetzt fließt, so sucht er die Molecüle desselben in seinem Sinne zu verändern. Dieses hält oft noch eine Zeit, nachdem er eingewirkt hat, an. Lassen wir nun einen centralen Strom unmittelbar darauf anhaltend durchgehen, so sucht dieser die peripherisch veränderten Nervenmolecüle in seinem Sinne zu bearbeiten. Wir werden dieses in der Folge mit dem Namen der Verwirrung der Molecularverhältnisse bezeichnen. Sie erzeugt oft Zuckungen in Augenblicken, in denen sie sonst nicht zu Stande kommen. Dieses bestätigte sich häufig in der oben angeführten Versuchsweise.

Ich hatte z. B. die für $m = 28$ Mm. bestimmte Kette 15 Minuten lang periphe-

risch geschlossen erhalten. $n = 4$ Mm. mit b verbunden gab zuletzt $p = B.0.0.0$ $c = ai.0.0.0$. Nun öffnete ich m und schloß sogleich central. n gab eine [illegible] später $p = B.2.0.0$. $c = C.0.0.0$. und $1\frac{1}{2}$ Minuten darauf wieder $p = B.0.0.0$. $c = C.0.0.0$.

5) Wir haben unter Nr. 3 gesehen, daß stärkere Ströme doppelte und [illegible] einfache Wirkungen unter sonst gleichen Verhältnissen hervorrufen. Man [illegible] auf Mittelfälle, in denen die eine Stromesrichtung derselben Kette [illegible] andere einfache Erfolge nach sich zieht. Man hat z. B. $p = B.0.0.0$ [illegible] $B.0.0$. Man kann diese Erscheinung künstlich hervorrufen, wenn man die [illegible] des Nerven auf eine später zu erwähnende Weise planmäßig verändert hat.

6) Hat man sich an einem irgend kräftigen enthaupteten Frosche von der [illegible] keit des unter Nr. 1 angeführten Zuckungsgesetzes überzeugt, verfertigt dann [illegible] darauf ein galvanisches Präparat aus einem der beiden Schenkel und [illegible] das Glas s Fig. 361, so daß eine Nervenlänge von ungefähr $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ [illegible] von der Elektricität durchströmt wird, so findet man fast immer im Frühjahre [illegible] pelte gleiche Wirkungen bei jeder der beiden entgegengesetzten Stromesrichtungen [illegible] Vorschein kommen. Man hat:

$$p = c = 2 \text{ bis } 5.\ 2 \text{ bis } 5\ .\ 0\ .\ 0.$$

Man kann von vorn herein schließen, daß die Nebenverletzungen, welche [illegible] lung des galvanischen Präparates begleiten, den Umschlag der Stimmung [illegible] prüfte daher die Thätigkeit der Nerven in mehreren Fröschen jedes Ma[illegible] einen der hiezu nöthigen Eingriffe eingeleitet hatte, z. B. nach der Enthaut[illegible] Isolirung des Oberschenkeltheiles des Hüftnerven, nach der Durchschneidung [illegible] Gebilde des Oberschenkels u. s. f. Es ergab sich hierbei, daß die doppelte [illegible] hervortreten kann, wenn man den Schenkel rasch enthautet oder die [illegible] mit Ausnahme des Hüftnerven, mit einem starken Rucke durchschnitten hat. [illegible] sache liegt aber in den Zerrungen, denen der Nerv beim Anfassen und der [illegible] bereitung unterworfen wird. Die einseitige Wirkung kann in günstigen Fällen [illegible] Augenblicke erhalten werden, wo der Nerv, mit der Pincette gefaßt, [illegible] an die Drähte angelegt oder um sie herumgewickelt wird. Hat aber [illegible] kel mehrere Male gezuckt, was selbst bei dem Gebrauche von [illegible] Glas oder Elfenbeinspitzen häufig vorkommt, so findet man fast immer, [illegible] an die doppelten gleichen Wirkungen beginnen. Wir haben also hier [illegible] ähnliche Gründe für den Umschlag, wie in dem lebenden Frosche, nur [illegible] schiede, daß in diesem die doppelte Wirkung schneller aufzuhören [illegible] Zuckungsgesetz von Neuem auftritt. Das galvanische Präparat dagegen [illegible] gemeinen seine doppelte Wirkung länger. Seine Stimmung wechselt [illegible] Art als im lebenden Körper. Es sind nämlich dann

7) zwei Fälle möglich. Das Froschpräparat zuckt auf die schon [illegible] Weise d. h. nur bei dem Schlusse des peripherischen und nur bei der [illegible] tralen Stromes. Da hier die elektrische Stromesrichtung mit der [illegible] nommenen Nervenströmung bei dem Schlusse in peripherischer Bahn [illegible] wollen wir diese Art des Erfolges die gleichartige einseitige Zuckung Froschpräparates nennen. Ihr Ausdruck ist also:

$$p = 1 \text{ bis } 5\ .\ 0\ .\ 0\ .\ 0, \text{ und } c = 0\ .\ 1 \text{ bis } 5\ .\ 0\ .\ 0$$

Es zeigt sich aber auch in anderen Fällen das Umgekehrte, d. h. daß der [illegible] Strom nur eine Oeffnungszuckung, der centrale dagegen nur eine [illegible] Die ungleichartige einseitige Wirkung ist daher:

$$p = 0\ .\ 1 \text{ bis } 5\ .\ 0\ .\ 0, \text{ und } c = 1 \text{ bis } 5\ .\ 0\ .\ 0\ .\ 0$$

Man [illegible] daß ein wesentlicher Umschlag des Erfolges im [illegible] Nerven des lebenden Thieres zu Stande kommt. Dieser antwortet zwar [illegible] aber beide Stromesrichtungen nur mit Schließungszuckungen [illegible] Liefert das galvanische Froschpräparat [illegible] zwischen den zwei Stromesrichtungen auf [illegible]

8) [illegible] Fällen doppelte Wirkungen, in denen die [illegible] der anderen übertrifft, oder deutliche Uebergänge [illegible] Der Nerv des lebenden oder des enthaupteten Frosches wendet sich [illegible]

Regel dem Zuckungsgesetze und das galvanische Froschpräparat der einseitigen Thätigkeit, in die es später immer verfällt, zu.

Der rechte Hüftnerv eines lebenden Frosches gab z. B. ½ Minute nach der Durchschneidung des Hüftgeflechtes $p = D.D.0.0.$ und $c = D.B.0.0.$ 3½ Minuten später fand sich $p = c = D.A.0.0.$ und 35 Minuten darauf $p = D.A.0.0.$ und $c = D\,0.0.0.$

Der rechte Unterschenkel eines Frosches, der unmittelbar nach der Enthauptung und der Zerstörung des Rückenmarkes als galvanisches Präparat hergestellt wurde, zeigte z. B. $p = 4$ bis $5.3.0.0.$ und $c = 1.3.0.0.$ für 18 Mm. Durchströmungslänge des Nerven. Diese Fälle finden sich sehr häufig, ehe die einseitige Wirkung entschieden hervortritt.

9) Prüft man die Uebergangsfälle genauer, so findet man oft, daß sich in ihnen der peripherische Strom in anderer Weise, als der centrale geltend macht. Dieses kann nicht bloß in dem galvanischen Präparate, sondern auch in dem Nerven des lebenden Thieres auftreten.

Hatte ich z. B. den Frosch mit Zurücklassung des Unterkiefers enthauptet, so gab der linke unmittelbar vorher enthäutete Schenkel für 16 Mm. Durchströmungslänge des Nerven $p = C.a.\,zzA.\,zzA.$ und $c = D.A.\,zzA.\,0.$ Der rechte Schenkel eines anderen Frosches lieferte in einem Falle von vorn herein $p = d.0.0.0.$ und $c = d.2.0.0.$ für 17½ Mm. Durchströmungslänge des Nerven. Der linke Schenkel zeigte dagegen dem Zuckungsgesetze entsprechend $p = D.0.0.0.$ und $c = D$ bis $E.0.0.0.$

Ein galvanisches Froschpräparat z. B., das unmittelbar nach der Enthirnung des Thieres bereitet worden ist, gab schon bei dem ersten Versuche für 1 bis 1½ Centimeter Durchströmungslänge $p = 3.0.0.0.$ und $c = 3.3.0.0.$ und ein anderes umgekehrt $p = 3$ bis 4.3 bis $4.0.0.$ und $c = 2.3.0.0.$

10) Verfertigt man sich ein galvanisches Präparat aus dem einen Schenkel eines kurz vorher getödteten Frosches und ein zweites eine Reihe von Stunden später aus dem anderen Schenkel und gebraucht ungefähr die gleichen mäßigen Ströme und dieselben längeren Nervenstrecken in beiden Fällen, so findet man als Regel, daß das erste Präparat im Anfange doppelte und später einseitige, das zweite dagegen von vorn herein einseitige Wirkungen giebt. Das Absterben des Nerven und die hierdurch bedingte Abnahme der Empfänglichkeit drängt also die doppelten Wirkungen unter sonst gleichen Verhältnissen in den Hintergrund.

Wurde z. B. der rechte Unterschenkel eines Frosches 4¼ Minuten nach der Enthauptung als galvanisches Präparat geprüft, so zeigte sich $p = c = 3.3.0.0.$ Die gleichartige einseitige Wirkung und zwar $p = 2$ bis $3.\alpha.0.0.$ und $c = 0.2.0.0.$ kam erst eine halbe Stunde später nach manchen Zwischenversuchen zum Vorschein. Prüfte ich den linken, indeß am Rumpfe verbliebenen Schenkel mit den Leitungsnadeln für 18 Mm. Nervenlänge 4 Stunden nach der Enthauptung, so machte sich noch das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven in reinster Form geltend. Ich erhielt $p = c = B.0.0.0.$ Verfertigte ich dann aus ihm ein galvanisches Präparat und untersuchte es unmittelbar darauf, so erhielt ich sogleich als erste Antwort $p = 1$ bis $2.0.0.0.$ und $c = 0.2.0.0.$

Dieses Beispiel lehrt zugleich, daß die Nebenverletzungen, welche die Herstellung des galvanischen Präparates begleiten, das lebende Zuckungsgesetz in doppelte Wirkungen bei einem gewissen hohen Grade und in einseitige bei hinreichend niederen Stufen der Empfänglichkeit umschlagen lassen.

11) Die doppelten Wirkungen gehören überhaupt zu den quantitativen Erfolgen, welche von der Artstimmung der Thätigkeit des Nerven bis zu einem gewissen Grade unabhängig sind. Es schlägt daher das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven $p = c = A$ bis $E.0.0.0.$ in die doppelte Wirkung $p = c = A$ bis $E.A$ bis $E.0.0.$ um, sowie eine verhältnißmäßig beträchtliche Elektricitätsmenge in einer längeren Strecke eines kräftigen Nerven abgleitet. Verfertigen wir uns ein galvanisches Präparat zu der Zeit, in welcher noch die Empfänglichkeit eine beträchtliche Höhe behauptet, so erhalten wir doppelte Wirkungen unter verhältnißmäßig schwächeren Einflüssen. Hat dagegen die Empfänglichkeit mehr verloren, so liefern diese nur einseitige Erfolge.

Lassen wir die Zeit, während welcher der Nerv abstirbt und quantitativ an Empfänglichkeit verliert, bei Seite, so stehen uns zwei andere Mittel, die auch nur zunächst

quantitativ wirken, zu Gebote, um die doppelten Wirkungen hervorzurufen oder
seitigen, nämlich die Veränderung der ableitenden Elektricitätsmenge und der Ge
Durchströmungsstrecke des Nerven. Ein Froschschenkel, der immer nur einseitig
Einfluß einer einfachen Kette antwortet, erwiedert starke Inductionsströme, die a
ren Zwischenräumen durchgehen (S. 624) mit Schließungs- und Oeffnungszuck
Giebt ein Präparat doppelte Wirkungen, so können wir leicht einfache erhalten,
wir zu immer schwächeren Elektricitätsmengen oder zu immer kürzeren Durchströ
strecken der Nerven übergehen. Ein frisches galvanisches Präparat, das mäßige E
bei 23 Mm. Länge des Nerven mit $p = c = 2$ bis 3.2 bis 3.0.0. beantwortet
z. B. $p = \alpha$ kaum $\alpha.0.0$ oder $c = \alpha.\beta.0.0.$ oder selbst $p =$ kaum $\alpha.0.0$
$c = 0.\alpha$ 0.0. für 5 Mm. Länge und umgekehrt.

Handelt es sich um die Erforschung der Artstimmung des Nerven, so müs
Bedingungsglieder, welche die doppelte Wirkung hervorrufen, bloße Hindernisse
kenntniß. Sie verhüllen, wie wir früher sahen, die Wahrnehmung des Zuckungs
des lebenden Nerven. Sie verrathen nicht deutlich, ob das galvanische Frosch
in einseitiger Weise gleichartig oder ungleichartig antwortet. Da aber die
sten, die Molecularverhältnisse der Nerven betreffenden Aufschlüsse nicht in der
sondern in der Art des Erfolges liegen, so muß es als Regel gelten, entweder
mit gesunkener Empfänglichkeit oder sehr kurze Bahnstrecken kräftiger Nerven mit
chen galvanischen Strömen zunächst zu untersuchen.

12. Betrachten wir zuerst die gewöhnliche Prüfungsweise, in welcher eine
Länge des Nerven von einem mäßigen Strome durchflossen wird, so wurde schon
Nr. 7 bemerkt, daß die einseitige Wirkung, die der doppelten nach kürzerer oder
rer Zeit nachfolgt, gleichartig oder ungleichartig sein kann. Man stellt es gem
nach Pfaff's Vorgange [1] mit Recht als Norm auf, daß eine gleichartige
Wirkung die doppelte ablöst. Man hat also zuerst $p = c = 1$ bis 5. 1 bis 5.
und später $p = 1$ bis 5.0.0.0. und $c = 0.1$ bis 5.0.0. Die elektrischen We
der Zitterrochen bieten ähnliche Verhältnisse nach Matteucci [2] dar.

Du Bois [3] warf in Hinblick auf Ritter's Erfahrungen die Frage auf,
die Sache nicht anders verhalte, wenn man das galvanische Froschpräparat in de
gendblicke der höchsten Empfänglichkeit prüft, ob man dann nicht eine Antwort
welche der des wahren Lebens des Nerven vollkommener entspricht. Es sollte
zuerst ungleichartige einseitige Wirkungen der doppelten Wirkung vorangehen.
hätte also im Anfange $p = 0.1$ bis 5.0.0. und $c = 1$ bis 5.0.0.0 und erst
$p = c = 1$ bis 5 1 bis 5.0.0.

Wir werden in der Folge sehen, daß man die Artstimmung des galvanischen
präparates durch gewisse künstliche Nebenverhältnisse für einige Zeit verändern
Sie kehrt aber dann später zu ihrer gegebenen Grundstimmung wieder zurück.
wir diese Verhältnisse bei Seite und berücksichtigen nur die Grundstimmung, so
sich folgende Werthe auf statistischem Wege.

Fasse ich die hierher gehörenden Erfahrungen, welche ich von dem 29. M
zum 30. Mai machte und in denen die durchströmte Nervenlänge 1 bis 2½ Cen
betrug, zusammen, so ergiebt sich, daß ich im Ganzen 36 galvanische Froschprä
die von 22 Fröschen herrührten, auf jene Frage durchgeprüft habe. Ich habe
anhaltend und viele bis zu den letzten Spuren der Empfänglichkeit und daher n
zweiten Tage nach dem Tode eine Reihe von Malen untersucht.

a) Es ist mir hierbei kein einziger Fall vorgekommen, in welchem eine una
tige einseitige Wirkung der doppelten voranging und ihr eine gleichartige einseitig
folgte. Das Schema $p = 0.1$ bis 5.0.0. $c = 1$ bis 5.0.0.0., dann $p =$
bis 5. 1 bis 5.0.0. und endlich $p = 1$ bis 5.0.0.0. und $c = 0.1$ bis 5.0.
nie vorhanden.

b) 33 Froschschenkel, die 21 Fröschen angehörten, lieferten die von den Meis
Regel mit Recht angenommene Norm, d. h. die schwache Kette, welche auf eine
Nervenstrecke des Hühnernerven wirkte, gab zuerst doppelte und später einseitige gle

[1] Du Bois, a. a. O. S. 310.
[2] C. Matteucci, Lecons sur les phénomènes physiques des corps vivants. 1847. 12. p. 199.
[3] Du Bois, a. a. O. S. 403.

Erfolge, also als Schema für den Anfang $p = c = 1$ bis 5. 1 bis 5.0.0. und später $p = 1$ bis 5.0.0.0 und $c = 0.1$ bis 5.0.0. Unter diesen Fröschen befanden sich Thiere aller der schon S. 635 erwähnten Kategorien, frisch ausgegrabene und seit dem Herbst gefangen gehaltene, lebhafte und gut genährte, träge und abgemagerte, solche, die in die Brunst traten und andere, die sich eben begatteten oder Eier gelegt hatten.

c) Der rechte Schenkel eines lebhaften vor drei Tagen eingefangenen Frosches von 7 Centimeter Länge von der Mundspitze bis zum After, dessen beide Schenkel vorher längere Zeit mit den Leitungsnadeln geprüft worden, gab bei dem ersten Versuche, den ich mit dem galvanischen Präparate anstellte, $p = 0.3$ bis 2.0.0. und $c = 2.0.0.0$. Er wurde dann später zur Untersuchung des Einflusses des anhaltenden Schlusses der Kette benutzt. Das galvanische Präparat war erst 4¼ Stunden nach der Durchschneidung und 4¼ Stunden nach der Zermalmung des Rückenmarkes angefertigt worden. Es befand sich also nicht mehr auf der günstigsten Stufe der Empfänglichkeit. Die geringere Energie des Erfolges bestätigte auch dieses. Denn wir hätten dann $p = 0.4$ bis 5.0.0. und $c = 4$ bis 5.0.0.0. haben müssen. Der andere Schenkel wurde hier nicht geprüft.

Der rechte Schenkel eines den Winter über aufbewahrten Frosches lieferte $p = 3.0.0.$ und $c = 0.3.0.0.$, mithin das Gewöhnliche bei dem ersten Versuche. Das galvanische Präparat war hier unmittelbar nach der Enthauptung angefertigt worden. Ich hielte ich dagegen ein zweites galvanisches Präparat aus dem linken Schenkel und nur 6¼ Stunden nach der Enthauptung her, so lieferten die ersten Versuche $p = 2.0.0$ und $c = 0.0.0.0.$, mithin die einseitige ungleichartige Wirkung für den peripherischen und gar keine für den centralen Strom. Der Einfluß des centralen Stromes konnte aber, wie wir sehen werden, durch künstliche Nebenbedingungen wiederum geltend werden.

Es ist mir endlich zwei Mal in Frühlingsfröschen vorgekommen, daß galvanische Präparate, die ich zu den mannigfachsten Versuchen über den Einfluß anhaltender Ströme in den ersten Tage gebraucht und dann in dem Wasserdampfapparate über Nacht oder sonst eine längere Zeit aufbewahrt hatte, eine wesentlich veränderte Grundstimmung verriethen. Sie hatten zuerst, wie gewöhnlich, gleichartig geantwortet, zeigten dagegen eine ungleichartige Stimmung nach längerer Ruhepause. Aehnliche Erscheinungen, die verschiedene Strecken desselben Hüftnerven in einzelnen Sommerfröschen darboten, sollen uns in der Folge beschäftigen.

Fassen wir Alles zusammen, so trat die einseitige ungleichartige Wirkung in den Fällen, in denen ich sie in Frühlingsfröschen beobachtete, nicht auf der höchsten Stufe der Empfänglichkeit, sondern umgekehrt während der Abnahme derselben hervor. Der eine Schenkel eines Frosches, der früher geprüft wurde, gab die gewöhnliche einseitige und der zweite Schenkel desselben Thieres, den ich später untersuchte, lieferte in seltenen Ausnahmsfällen die einseitige ungleichartige Wirkung. Man sieht zugleich, daß die beiden Schenkel eines und desselben Thieres, ja sogar das gleiche Präparat zu verschiedenen Zeiten, verschiedene Grundstimmungen darzubieten vermögen.

13) Es ergiebt sich aus dem früher Dargestellten, daß drei in gewisser Hinsicht äquivalente Mittel zu Gebote stehen, um die nichts lehrende doppelte Wirkung zu beseitigen und eine einseitige zu erzielen. a) Wir verfertigen das Präparat erst längere Zeit nach der Enthauptung. b) Wir schwächen die Kette oder setzen vielmehr die in einer Zeiteinheit Statt findende Abgleitung der Elektricität herunter. Endlich c) wir lassen den Strom auf eine kürzere Strecke des Nerven wirken. Man kann es auf diesem Wege leicht erreichen, daß das galvanische Froschpräparat nur einseitige Wirkungen schon bei dem ersten Versuche darbietet.

Hat man es auf die gewöhnliche Weise zubereitet, so daß unterdeß der Nerv gezerrt worden und die Muskeln mehrere Male gezuckt haben, so findet man, daß die einseitige Wirkung, die man erhält, der späteren Grundstimmung in der Regel entspricht. Sie ist also in den meisten Fällen gleichartig ($p = 1$ bis 5.0.0.0. und $c = 0.1$ bis 5.0.0.). Wurden hingegen jene Nebenstörungen vermieden, so kann man ein galvanisches Froschpräparat, das noch das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven ($p = c = 1$ bis 5.0.0.0.) die längste Zeit darbietet, bekommen. Es wiederholt sich sogar an ihm die gleiche Norm, die wir S. 636 für den lebenden Nerven kennen gelernt haben, d. h. eine Verletzung

verstimmt den Nerven so, daß doppelte Wirkungen auftreten. Dieser Zustand kehr nach einiger Zeit zu dem früheren zurück, so daß wir die einseitigen Erfolge des le Nerven und nicht die der gewöhnlichen galvanischen Froschpräparate wahrnehmen.

Ein großer lebhafter, aber sehr abgemagerter Frosch z. B., der vor einigen T eingefangen und indeß in nassem Moose ohne Nahrung aufbewahrt worden, wu erst mit den eingestochenen Leitungsnadeln vor und nach der Enthauptung geprü ergab sich hierbei p . C bis D. ai. 0 bis zai. 0 und $c = D.0$ bis $ai.0$ bis z d. h. das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven mit der der Abmagerung des Thie sprechenden untergeordneten Abänderung. Der rechte Schenkel lieferte dann n Enthäutung $p = C . 2 . zzai . 0$ und $c = D . 0 . zzbi\beta . 0.$, nach der Isolat Oberschenkelstückes des Hüftnerven $p = C . 3 . zzai . 0.$ und $c = D . 1 . z$ und nach der Entfernung aller Oberschenkelgebilde mit Ausnahme des Hüftnerv $c = 4 . 4 . 0 . 0.$ für 25 Mm. Nervenlänge. Schob ich dagegen eine Glasplä ter, auf der zwei dünne Drähte befestigt waren, welche den Nerven nur in einer von 2 Mm. durchströmten, so erhielt ich $p = c = 4.0.0.0.$, d. h. das Zuckun des lebenden Nerven. Schnitt ich endlich den Hüftnerven rasch durch, so gab d Versuch, der an diesem isolirten, aber vor den gewöhnlichen Nebenstörungen zu bewahrten galvanischen Präparate unmittelbar darauf angestellt wurde, $p = 4.$ $c = 4.2.0.0.$ Eine halbe Minute später erhielt ich aber schon wieder $p = c = 4.$ Diese Grundstimmung des lebendigen Zuckungsgesetzes blieb, bis die Empfänglich Präparates beträchtlich gesunken war. Die Antworten schwankten in den V $p = 4$ bis 3. 0 bis 4. 0 bis $zz2.0.$ $c = 4$ bis 3. 0 bis 3 . 0.0 bis $zz1.$ E allerletzten Erfolge des indeß eintrocknenden Nerven waren ungleichartig einseitig $p = 2.1.0.0.$ oder $2.0.0.0.$ und $c = 1.3.0.0$ oder $0.1.0.0.$

Wir sehen hieraus, daß die doppelten Wirkungen, welche die gewöhnlichen g schen Froschpraparate im Anfange geben, nur von der unzweckmäßigen Anwend starker Reizbedingungen abhängen und daß die einseitigen gleichartigen oder ung tigen von einem Zustande herrühren, der dem des lebenden Nerven nicht entspric dern durch Nebenverletzungen künstlich hervorgerufen worden. Vermeidet ma Klippen so sehr als möglich, so kann man ein gesondertes galvanisches Präparat e das wenigstens noch eine geraume Zeit nach dem Zuckungsgesetz des lebenden antwortet.

14) Befindet sich ein gewöhnliches galvanisches Präparat auf der Stufe der tigen gleichartigen oder ungleichartigen Wirkung ($p = 1$ bis 5. 0. 0. 0. und c 1 bis 5.0.0. oder $p = 0.1$ bis 5. 0. 0. und $c = 1$ bis 5. 0. 0. 0.), so unte es zwischen den beiden Stromesrichtungen, weil es die eine nur oder vorherrsch einer Schließungs- und die andere mit einer Oeffnungszuckung beantwortet. De dagegen, der nach dem Zuckungsgesetz des lebenden Nerven thätig ist, erwieder Ströme bei dem Eintritte und nicht bei dem Austritte, sobald keine doppelte Z gen aus den früher angeführten Gründen hervortreten. Der künstliche Zustand, d in den gewöhnlichen Froschpräparaten prüfen, hat daher gleichsam den Nerven Einflüsse der Stromesrichtungen (durch Veränderung seines Molecularzustandes) fänglicher gemacht, wenn auch unterdeß die Quantität der Empfänglichkeit oft sichtlich gesunken ist.

Der Einfluß anhaltender galvanischer Ströme verräth den gleichen Unterschied haben schon unter No. 1 erwähnt, daß der mit den Leitungsnadeln geprüfte Hüftn lebenden Frosches eine nicht unbeträchtliche Zeit einer peripherisch oder central ge nen Kette ausgesetzt sein kann, ohne daß später die Grundnorm des Zuckungsgese lebenden Körpers verwischt wird. Ich hatte z. B. einen Frosch enthauptet u Leitungsnadeln in einer wechselseitigen Entfernung von 22 Mm. in den rechten nerven eingepflanzt. Ich fand dann $p = c = A.$ 0 0. 0. Nun hielt ich die 9 Minuten peripherisch geschlossen. Die nächste Antwort war dann $p = C.0$ und $c = C.$ kaum a . 0.0. War die Kette 11 Minuten central geschlossen ge so ergab sich dann unmittelbar darauf $p = C.A.0.0.$ und $c = B.0.0.0.$ spätere Wiederholung dieses Doppelversuches führte im Wesentlichen zu demselben nisse d. h. der anhaltende Strom bewirkte gar keine Grundveränderung oder er h doppelte Wirkungen, nicht aber einen deutlichen Wechsel der Empfänglichkeit für d schiedenen Stromesrichtungen. Diese tritt dagegen, wie die Voltaische Alternativ

Modification der Empfänglichkeit durch geschlossene Ketten lehrt, in den gewöhnlichen analytischen Präparaten bestimmt hervor.

15) Prüfte ich galvanische Froschpräparate, welche einseitig und zwar gleichartig antworteten für Durchströmungslängen von ungefähr 8 bis 25 Mm., mit schwächeren Ketten, waren viele Eingriffe, welche die Quantität der Empfänglichkeit sichtlich herabsetzen, im Stande, die Art der Grundstimmung selbst aufzuheben. Das Schema $p = 1$ bis $0.0.0.$ und $c = 0.1$ bis $5.0.0.$ erhielt sich so lange, als die Empfänglichkeit überhaupt dauerte. Einige Beispiele können uns dieses näher erläutern.

Ein galvanisches Präparat, das schon zu einer Reihe anderer Versuche gedient hatte, gab $p = 3.0$ bis $1.0.0.$ und $c = 0.1.0.0.$ Ich ließ nun die starken Schläge des Magnetelektromotors zwei Mal und zwar in zwei entgegengesetzten Richtungen einige Minuten durchgehen. Die einfache Kette lieferte dann $p = 3.0$ bis $1.0.0.$ bis $1.0.0.$ Die Ursache der stärkeren Schließungszuckung des centralen Stromes wird uns in der Folge klar werden.

Ich trocknete das Glas s Fig. 362 sorgfältig aus und schüttete in dasselbe eine Messerspitze Chlorcalcium statt des gewöhnlichen Wassers. Das Froschpräparat wurde auf Weiße dem Einflusse eines austrocknenden Körpers unterworfen. Seine Empfänglichkeit erhielt sich nur etwas mehr als ¾ Stunden. Es zeigte sich im Anfange $p = 4.3$ bis $4.0.0.$ und $c = 2.3$ bis $4.0.0.$, später $p = 2.0.0.0.$ und $c = 0.0.$ und endlich zuletzt $p = 0.0.0.0.$ und $c = 0.2.0.0.$

Wiederholte ich den gleichen Versuch mit Schwefelsäure, so gab die erste Beobachtung $p = 3.2.0.0.$ $c = 2.3.0.0.$ und die letzte $c = 0.2.0.0.$

Goß ich Essigsäure auf den Boden des Gefäßes s Fig. 362, so ging z. B. die Empfänglichkeit eines Froschpräparates erst nach ungefähr 20 Minuten völlig verloren. Es gab zuletzt $p = 1$ bis $2.\alpha.0.0.$ und $c = 0.2$ bis $3.0.0.$ angegeben. Lassen wir die erste Antwort, die es lieferte und auf die wir bald zurückkommen werden, bei Seite, waren die unter dem Einflusse der essigsauren Dämpfe zu Stande gekommenen Erregungen $p = 2$ bis $1.0.0.0.$ und $c = 0.$ bis $\alpha.\alpha$ bis $\beta.0.0.$

Stellte ich den gleichen Versuch mit Aether an, so zeigte der Schenkel, der auf den galvanischen Strom ungleichartig antwortete, $p = 0.2.0.0.$ vor und $p = 0.1$ bis $0.0.$ während der Thätigkeit der Aetherdünste. Ein anderer Schenkel, der zuletzt $3.2.0.0.$ und $c = 1$ bis 2.2 bis $3.0.0.$ dargeboten, hatte $p = 3$ bis 1.1 bis $0.0.$ und $c = 1$ bis 0.3 bis $0.0.0.$, so lange er den Chloroformdünsten ausgesetzt blieb.

Schüttete ich kaustischen Salmiakgeist auf den Boden des Gefäßes s Fig. 362, so zerstörten die sich entbindenden Ammoniakdämpfe die Empfänglichkeit des Präparates so schnell, daß von einer wiederholten Prüfung der Grundstimmung nicht die Rede sein konnte. 10 bis 15 Secunden und selbst noch weniger reichten hin, um alle Empfänglichkeit für beide Stromesrichtungen aufzuheben.

Ich senkte das oberste, jenseit des oberen Leitungsdrathes gelegene Stück eines Nerven, der unmittelbar vorher $p = 1$ bis $2.0.0.0.$ und $c = 0.2.0.0.$ angegeben hatte, in Salpetersäure. Das Präparat zeigte eine Minute später $p =$ kaum $1.0.0.0.$ und $c = 0.2.0.0.$

Wie die Strychninvergiftung das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven nicht verändert (No. 1.), so zeigten mir auch beide Schenkel eines auf diese Weise getödteten Frosches die gewöhnliche einseitige gleichartige Grundstimmung für ihre ganze Prüfungsdauer. Ein Frosch, den ich mit Aether betäubt hatte, lieferte das Gleiche.

Erholt sich ein Froschpräparat in der Ruhe, so nimmt die Quantität seiner Wirkungen zu. Die Artstimmung dagegen bleibt in der Regel die frühere, sofern es überhaupt schon früher die beiden Stromesrichtungen verschieden beantwortete.

Wenn der Nerv während der länger fortgesetzten Versuche auf den Leitungsdräthen anhaltend liegen blieb, so oxydirten sich diese binnen Kurzem an vielen Berührungspunkten. Dieses änderte die Grundstimmung in keiner sichtlichen Weise. Ich verfertigte ein Mal zwei Präparate aus einem unmittelbar vorher enthaupteten Frosche, setzte jeden in einen Wasserapparat und prüfte sie nach längeren Zwischenräumen. Der rechte Hüftnerv blieb auch während der Ruhe auf den Dräthen liegen, während ich den linken jedes Mal abnahm. Es zeigte sich hierbei, daß der rechte Schenkel, dem eine Reihe mechanischer Eingriffe erspart worden waren, mehr als 2 Stunden länger reizbar blieb als der linke.

16) Wir haben schon §. 2191 gesehen, wie man bis jetzt das Gesetz der Zuckung Alternative auszudrücken pflegte. Nehmen wir einen der gewöhnlichsten Fälle, so fert z. B. ein Präparat $p = 3.0.0.0$. und $c = 0.3.0.0$. Lassen wir nun einen polarisirenden Strom anhaltend oder in kurzen Zeiten hinter einander wirken, so ergiebt man auch, daß $p = 0.0.0.0$. und $c = 0.3.0.0$. herauskommt. Man schließt hieraus, daß der centrifugale oder peripherische Strom die Reizbarkeit schwächt, daß daher auch die Schließungszuckung ausbleibt. Der centripetale oder centrale Strom dagegen hebt die Empfänglichkeit. Wir hätten deßhalb auch keine Wirkung bei dem Schluß, auf die bei der Oeffnung der Kette. Matteucci [1]) suchte diese schon von Ritter und Pfaff [2]) aufgestellte Ansicht durch neuere Versuche zu unterstützen.

Lassen wir auch den Doppelsinn, den die Worte Schwächung und Hebung in Empfänglichkeit einschließen, bei Seite, nehmen wir auch an, daß hiermit nicht bloß die Quantität des Erfolges, als die Artstimmung gemeint sei, so ergiebt sich bei genauerer Prüfung, daß sich diese Deutung nur auf die gewöhnlichsten Fälle bezieht und sich auch hier nur an der Oberfläche hält. Die sogleich zu erwähnenden Thatsachen widerlegen diesen Ausspruch, wie ich glaube, rechtfertigen. Wir wollen hier nur einen Fall hervorheben, welcher andeutet, daß die ganze Anschauungsweise in die entgegengesetzte umgeändert werden müßte, wenn die Artstimmung die ungewöhnliche d. h. die ungleichartige ist.

Das rechte Schenkelpräparat eines Frosches, der eine Zeit lang auf die Brauchbarkeit des Zuckungsgesetzes des lebenden Nerven unter dem Einflusse anhaltender und wechselnder Stromesrichtungen geprüft worden war, lieferte:

Zeit		Anhaltender Strom, der unmittelbar vorher wirkte.		p =	c =
Uhr.	Minute.	Richtung.	Dauer desselben in Secunden.		
3	30	—	—	0 . 3 bis 2 . 0 . 0	—
3	31	—	—	—	2 . 0 . 0 . 0
—	—	—	—	—	0 . 0 . 0 . 0
3	32	—	—	0 . 2 . 0 . 0	—
3	32½	—	—	0 . 2 . 0 . 0	—
3	35	p.	120	0 . 2 . 0 . 0	—
3	36½	—	—	—	2 . 0 . 0 .
—	..	—	—	—	1 . 0 . 0 .
3	38½	—	—	0 . 2 . 0 . 0	—
3	39½	c.	90	—	0 . 0 . 0 .
3	39½	..	—	0 . 0 . 0 . 0	—
3	41	p.	30	0 . 2 . 0 . 0	2 . 0 . 0 .
3	44	c.	60	—	0 . 0 . 0 .
—	—	—	—	0 . 2 . 0 . 0	0 . 0 . 0 .
3	54	—	—	0 . 0 . 0 . 0	0 . 0 . 0 .

Wir haben also hier gerade das Umgekehrte in dem Ausnahmsfalle der ungleichartigen Grundstimmung. Wie diese den gewöhnlichen Verhältnissen entgegengesetzt ist, zeigte sich auch hier der centrale Strom als der nachtheilige und der peripherische

[1]) Matteucci, in den Philosophical Transactions. Part. IV. for 1846. London 4. pag. 487 fgg.

[2]) Du Bois, a. a. O. Bd. I. S. 365 fgg.

portheilhafte. Man könnte daher höchstens sagen, daß die anhaltende Wirkung des gen Stromes, welcher die Schließungszuckung erzeugt, schwächend und die des ande- der die Oeffnungszuckung liefert, stärkend wirkt. Spricht man aber auch den Satz s us, so paßt er immer noch nicht zu manchen bald anzuführenden Erscheinungen, obgleich unbestimmten Ausdrücke der Stärkung und der Schwächung einen gewiß großen el- aum gestatten.

Man verfährt zweckmäßiger, wenn man diese Benennungen gänzlich bei Seite läßt ch die Sache auf folgende Weise vorstellt. Der lebende Nerv befindet sich in einem e Molecularzustande, daß nur der Eintritt, nicht aber der Austritt eines centralen peripherischen Stromes Zuckungen bedingt, so lange die Nebenverhältnisse einseitige lg überhaupt gestatten. Der künstliche Molecularzustand der Nervenmasse, den im den gewöhnlichen Froschpräparaten haben, zeigt uns eine verschiedene Empfäng- eit für die beiden entgegengesetzten Stromesrichtungen, indem wahrscheinlich die Atome rs geordnet worden sind oder erst jetzt verschiedene Eigenschaften nach verschiedenen em hin erhalten oder indem sich beide Verhältnisse zugleich geltend machen. Dem die ihm wolle, so sucht jede galvanische Stromesrichtung das Gleichgewicht in einem ntsprechenden Sinne zu stören. Wirkt sie nur vorübergehend ein, so stellt sich der frühere Zustand bald wieder her. Greift die Stromesrichtung tiefer durch, eht auch der durch sie veranlaßte Zustand länger zurück. Es verliert daher die- elektrische Stromesrichtung an Einfluß, weil die Zuckung von einer kräftigen Ver- rung der Gleichgewichtslage der Nervenmolecüle abhängt und nun nichts mehr rasch ändern ist. Es gewinnt häufig der Erfolg des entgegengesetzten Stromes, weil glichkeit der Veränderung für ihn am Größten ausfällt. Halten wir uns an freilich immer noch sehr allgemeine Vorstellung, so werden uns wenigstens die der bald zu erwähnenden Thatsachen verständlich werden.

Da der Einfluß schwacher anhaltender Ströme im lebenden Nerven weniger hervor- als in den galvanischen Froschpräparaten, da diese einen ähnlichen Unterschied, je dem sie ganz frisch und kräftig oder schwächer sind, darbieten, so können wir schlie- daß die Molecüle des lebenden Nerven eine beträchtlichere Elasticitätsgröße, als die absterbenden in der uns hier beschäftigenden Beziehung darbieten. Wir können den leben- Nerven mit einem Riemen vergleichen, der innerhalb seiner vollkommenen Elasticitäts- renze ausgedehnt worden und daher später augenblicklich zu seiner früheren Ausdehnung zu- springt. Der absterbende Nerv dagegen, dem ein gewisser Wirkungscharakter durch n anhaltenden Einfluß einer bestimmten galvanischen Stromesrichtung aufgedrückt worden, gleicht gewissermaaßen einem Riemen, der über die Grenze seiner vollkommenen Elasticität gedehnt worden und daher auch noch nach dem Aufhören der Spannung gedehnt bleibt (§. 2756 fgg.).

17) Hat man ein galvanisches Froschpräparat, das schon $p = 1$ bis $4.0.0.0.$ und $c = 0.1$ bis $4.0.0.$ als allgemeines Schema selbst für Durchströmungslängen von 1/4 Centimeter des Nerven und mäßig starke Ketten giebt, so kann man es durch consequenten anhaltenden Schluß in peripherischer Richtung dahin bringen, daß zuletzt der Erfolg $p = 0.0.0.0.$ und $c = 0.1$ bis $4.0.0.$ herauskommt. Die Zeit, welche hierzu nöthig ist, wächst im Allgemeinen mit der Lebhaftigkeit des Präparates. Ist dieses von vorn herein geschwächt oder hat es durch galvanische Versuche schon früher gelitten, so braucht oft die Kette nur wenige Secunden peripherisch geschlossen zu bleiben, damit $p = 2.0.0.0.$ in $p = 0.0.0.0.$ übergeht. Arbeiten wir dagegen mit möglichst kräftigen Präparaten, so ist gar nicht selten 1/4 und sogar 1/2 Stunde nöthig, bis man zum Ziele gelangt. Fährt man aber nur consequent fort, so kann man sicher sein, daß der eben erwähnte Erfolg nicht ausbleibt. Man sieht leicht, daß sich hier der Wechsel der Elasticität der Nerventheilchen vor Allem geltend macht.

Hatte ich z. B. ein sehr kräftiges galvanisches Froschpräparat, das $p = c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0.$ angab und ließ einen anhaltenden peripherischen Strom 15 Minuten lang durchströmen, so ergab sich unmittelbar darauf $p = 4$ bis $5.0.0.0.$ $c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0.$ Es war also zunächst die doppelte Wirkung für den centralen Strom geblieben, die Oeffnungszuckung des peripherischen Stromes hinweggebracht worden. Sie kehrte wieder, so wie ich das Präparat 15 Minuten lang dem Einflusse eines anhaltenden centralen Stromes unterworfen hatte. Die ersten Versuche gaben dann $p = c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0.$ und die späteren $p = 4$ bis 5.2 bis $3.0.0.$ $c = 4$ bis $5.4.0.0.$

Schloß ich dann die Kette von Neuem central für 7½ Minuten, so zeigte sich wi
$p = c = 4$ bis $5 . 4$ bis $5 . 0 . 0$.

War später die Empfänglichkeit nach einer Reihe nicht hierher gehörender Zwi
versuche so weit gesunken, daß sich $p = 4$ bis $5 . 0 . 0 . 0$. von vorn herein pr
und ließ ich dann einen peripherischen Strom eine Minute durchströmen, so fand
$p = 1$ bis $2 . 0 . 0 . 0$. Ging der peripherische Strom noch eine Minute lang du
so erhielt ich $p = 0 . 0 . 0 . 0$., es war dagegen $c = 0 . 4$ bis $5 . 0 . 0 . 0$
die Quantität des Ausschlages des peripherischen Stromes sinkt zuerst allmählig, bi
endlich gänzlich ausbleibt.

18) Prüft man ein galvanisches Froschpräparat, das einseitig gleichartige Wirku
seiner Grundstimmung gemäß darbietet ($p = 1$ bis $5 . 0 . 0 . 0$. und $c = 0 . 1$ b
$0 . 0$.), so findet man, daß im Allgemeinen die Thätigkeit des peripherischen Str
leichter, als die des centralen bedingt wird. Diese Thatsache bewährte sich auch für
anhaltende Einwirkung eines centralen Stromes.

Hatte ich z. B. den No. 17 erwähnten Schenkel dem Einflusse eines peripheri
Stromes 15 Minuten lang ausgesetzt, so sank die Wirkung von $p = c = 4$ bis
4 bis $5 . 0 . 0$. auf $p = 4$ bis $5 . 0 . 0 . 0$. und $c = 4$ bis $5 . 4$ bis $5 . 0$
Ließ ich nun unmittelbar darauf einen centralen Strom der gleichen Bunsen'schen K
15 Minuten lang durch dieselbe Nervenlänge durchfließen, so ergab sich dann $p = c$
4 bis $5 . 4$ bis $5 . 0 . 0$. d. h. es hatte sich die Oeffnungszuckung des peripheri
Stromes von Neuem eingefunden. Es war dagegen die Schließungszuckung des
tralen nicht beseitigt worden. Diese erhielt sich sogar noch, wenn die Kette noch
Minuten später geschlossen blieb. Hat man schwächere Schenkel, so bemerkt man
falls, daß nicht bloß die Oeffnungszuckung des centralen Stromes hartnäckiger
bleibt, sondern daß auch diese Stromesrichtung eine größere Menge scheinbarer Ano
lien, auf die wir sogleich zurückkommen, darbietet.

19) Arbeitet man an einem sehr geschwächten Schenkel, so kann man alle Empf
lichkeit durch die anhaltende Einwirkung einer bestimmten Stromesrichtung schei
vernichten. Läßt man aber die entgegengesetzte Stromesrichtung eine Zeit lang th
sein, so erhält man dann dessenungeachtet in günstigen Fällen so starke Erfolge, wi
nur Präparate von mittlerer Lebhaftigkeit liefern.

Ein Froschschenkel ergab z. B. $p = 0 . 0 . 0 . 0$. und $c = 0 . 1$ bis $2 . 0$
Ich senkte ihn dann einem peripherischen Strome 25 Minuten lang aus. Dieser schw
die Thätigkeit so sehr, daß selbst die Oeffnungszuckung des centralen Stromes w
und $p = c = 0 . 0 . 0 . 0$. herauskam. Ließ ich nun einen centralen Strom
Minuten lang durchfließen, so ergab sich $p = 3 . 1 . 0 . 0$. und $c = 0 . 2$ bis
$0 . 0$. Die Ursache dieses Erfolges wird uns noch später klar werden.

20) Wiederholt man eine und dieselbe Schlußweise in einem vor dem Vertro
geschützten Präparate oft hinter einander, so fallen häufig die Einflüsse der einsei
Ströme nicht so scharf aus, als wenn diese anhaltend einwirken. Mögen auch die Zwi
zeiten zwischen je zwei Schließungen noch so klein bleiben, so sind sie doch lang ge
daß die Molecüle der Nerven ihr früheres Gleichgewicht wiederfinden und daher
Nachwirkung der einseitigen Stromesrichtung eintritt. Es ergiebt sich übrigens
selbst, daß hier die Elasticitätsgröße der Nervenmolecüle von wesentlicher Bedeutung

Ein Froschpräparat, das einseitige ungleichartige Wirkungen lieferte, zeigte zuletzt p
$1 . 0 . 0$. Ich öffnete und schloß nun die Kette peripherisch so rasch als möglich,
erst der 637ste Schluß lieferte $p = 0 . 0 . 0 . 0$. und unmittelbar darauf zeigte
schon wieder $p = 0 . 1$ bis $2 . 0 . 0$. Ließ ich das Ganze einige Zeit in Ruhe
ergab sich $p = 0 . 2 . 0 . 0$. und $c = 2 . 0 . 0 . 0$. Schloß und öffnete ich
die Kette central, so brachte ich es nur so weit, daß erst die 665 Schließung $p =$
$0 . 0 . 0$. und $c = \alpha . 0 . 0 . 0$. zeigte. Die mittlere Zeit zwischen je zwei Schlie
gen betrug hier 1,1 Secunde.

21) Es ergiebt sich schon aus dem früher Dargestellten, daß der Wechsel der
lecularverhältnisse des Nerven eine gewisse Stärke oder Geschwindigkeit erreichen
wenn Zuckungen auftreten sollen. Man kann sich hieraus erklären, weshalb ein
durchschnittener Nerv den Muskel in Ruhe läßt (S. 623), weshalb ein sehr schnell
schlagender elektrischer Strom seine Wirkung verfehlen kann, weshalb endlich anhalt
Ströme schwacher Ketten während der Zeit des Geschlossenseins keine Zuckungen

gen, nichts desto weniger aber indeß die Grundstimmung ändern. Der plötzliche Ein- oder Austritt der Elektricität dagegen, der gleichsam eine tumultuarischere Molecularwirkung bedingt, führt auch eher zu Verkürzungen. Das Gleiche gilt von sehr starken Strömen, welche den Nerven durchsetzen.

Erholt sich ein Nerv, während man ihn in Ruhe läßt, so können wir uns vorstellen, daß indeß seine Molecüle günstigere Bedingungen wiedergewinnen. Nehmen wir an, daß hierbei eine Bewegung der Atome statt findet, so wird diese in der Regel so langsam durchgreifen, daß keine Zuckungen zu Stande kommen. Der Nerv gewinnt hierbei meistentheils an Quantität seines Einflusses. Es kann sich aber auch die Grundstimmung, die er bei früheren galvanischen Versuchen dargeboten hat, verändern.

Es kommt nun zunächst häufig genug vor, daß eine eigenthümliche Wirkung, welche durch eine anhaltende Schließung eines peripherischen oder centralen Stromes dem Nerven aufgedrungen worden, nach einer gewissen Ruhezeit verschwindet und daß sich wieder die ursprüngliche Grundstimmung zu erkennen giebt.

Ich verfertigte zwei galvanische Froschpräparate aus den Schenkeln eines eben enthaupteten Frosches und brachte jeden von ihnen in ein Glas *s* Fig. 362. Der rechte Schenkel lieferte bei der ersten Prüfung mit der gewöhnlichen schwachen Kette $p = 4$ bis $5 . 3 . 0 . 0$. und $c = 4 . 4 . 0 . 0$. Ließ ich alsdann einen peripherischen Strom 21 Minuten lang durchfließen, so zeigte sich unmittelbar darauf $p = \alpha . 0 . 0 . 0 . c = 4 . 0 . zA . 0$. Trat hierauf ein centraler Strom 2 Minuten lang durch, so ergab sich $c = 0$. kaum $\alpha . 0 . 0 . p = 4$ bis $5 . 4$ bis $5 . zA . 0$. Blieb nun das Präparat 24 Minuten in Ruhe, so fand sich $p = 4$ bis $5 . 4$ bis $5 . 0 . 0$. und $c = 0 . 2 . 0 . 0$. Ließ ich es dann noch $126\frac{1}{2}$ Minuten ruhen, so erhielt ich sogar $p = 4 . \alpha . 0 . 0$. und $c = 4 . 4 . 0 . 0$.

Der linke Schenkel hatte $p = c = 4 . 4 . 0 . 0$. bei dem ersten Versuche. Wurde er einem anhaltenden centralen Strome ausgesetzt, so lieferte er dann $c = 4 . 0 . 0 . 0$. und $p = 4 . 4 . 0 . 0$. Wirkte hierauf ein anhaltender peripherischer Strom 3 Minuten lang ein, so zeigte sich $p = 0 . 0 . 0 . 0$. und $c = 0 . 3$ bis $4 . zA . 0$. Ruhte dann das Ganze $22\frac{1}{2}$ Minuten aus, so bot es $p = 1 . 0 . 0 . 0$. und $c = 0 . 2$ bis $3 . 0 . 0$. dar.

Hat jedoch ein centraler Strom so gewirkt, daß er, wie wir sehen werden, die Oeffnungszuckung des peripherischen Stromes über die Schließungszuckung desselben vorherrschen läßt, so kann sich diese den früheren Verhältnissen entgegengesetzte Stimmung trotz der Ruhezeit erhalten. Beide Ströme geben dann vorzugsweise Oeffnungszuckungen.

Nachdem der obenerwähnte rechte Schenkel z. B. zu manchen Versuchen über den Einfluß anhaltender Stromesrichtungen gedient hatte, wurde er durch den anhaltenden Schluß eines peripherischen Stromes so heruntergebracht, daß er $p = 0 . 0 . 0 . 0$. und $c = 0 . 1$ bis $2 . 0 . 0$. lieferte. Ging nun ein centraler Strom durch den Nerven 22 Minuten lang durch, so zeigte sich unmittelbar darauf $p = 1 . 3$ bis $4 . 0 . 0$. und $c = 1 . 1 . 0 . 0$. Ich ließ ihn nun 22 Minuten völlig ruhen. Der erste dann angestellte Versuch gab $p = 0 . 4 . 0 . 0$. und $c = \alpha . 3 . 0 . 0$. d. h. vorherrschende Oeffnungszuckungen für beide Ströme, wie sie der anhaltende centrale Strom künstlich hervorgerufen hatte. Die Nervenmolecüle hatten hier nicht mehr Elasticität oder Beweglichkeit genug, um zu ihrer früheren Grundstimmung zurückzukehren. Die Quantität des Erfolges hatte dessenungeachtet eher zu als abgenommen.

Ein zweiter Fall, der mir vorkam, war noch eigenthümlicher. Ein galvanisches Froschpräparat, das zu mannigfachen Versuchen über den Einfluß anhaltender Ströme gedient hatte, gab zuletzt $p = 2$ bis $3 . 0 . 0 . 0$. und $c = 0 . 3 . 0 . 0$. Ich ließ es nun $129\frac{1}{2}$ Minuten in Ruhe. Es lieferte dann $p = 0 . 2 . 0 . 0$. und $c = 1 . 0 . 0 . 0$. und behielt diese Grundstimmung $2\frac{1}{2}$ Stunden lang bei.

Man kann schon aus dem, was im Anfange dieser Nummer im Allgemeinen bemerkt werden, mit Recht vermuthen, daß die Verwirrung der Molecularverhältnisse des Nerven Zuckungen, die sonst fehlen, hervorrufen wird. Wenn z. B. ein peripherischer Strom durch die Nerven hindurchgeht, so sucht er die Molecüle in seinem Sinne zu verrücken. Gesetzt, ich lasse dann einen centralen Strom durchfließen, während die Atome noch in jener ersteren Bewegung begriffen sind, so wird die Collision eine Zuckung bewirken, wenn gleichsam die Molecüle gewaltsam umgedreht werden. Ich erhalte daher jetzt z. B. $\alpha = 1 . 3 . 0 . 0$., wenn ich nur $c = 0 . 3 . 0 . 0$. ohne den vorangegangenen pe-

elektrischen Strom bekommen haben würde. Die Erklärung bestätigt sich vollständig auch durch verschiedenen Gründen und der folgenden Thatsachen erhalten in jedem Falle, die ich in dieser Hinsicht bis jetzt beobachtet habe.

Das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven und der meisten anderen lebenden reizbaren Nerven unter den gewöhnlichen Bedingungen und mittelst Reizung durch den eine Reizung erregt, kennen. Der aus den beschriebenen Versuchen hervorgehende Unterschied nicht der. Man muß ganz die Nerven z. B. eine Zeit lang absterben lassen, um sie ausgeprägter finden zu können. Sie werden sich aber auch in jedem solchen Falle nicht gleichmäßig verhalten. Der Grund dieser Schwankungen liegt, wie ich glaube, in den Bedingungen.

Es hängt nämlich nicht bloß von den Reizungsverhältnissen, sondern auch von der Empfindlichkeit der Nervensubstanz ab, in welcher Zeit sie aus einer den Reiz aufnehmenden Richtung in eine leitende Disposition zurückkehren. Diese Zeit beträgt einige Mal eine Reihe von Sekunden. Ein Bruchtheil einer Sekunde aber muß in vielen Fällen hin, um jene Rückkehr möglich zu machen. Sie scheint auch in der That als eine Reizungsunterbrechung, wenn nur die neue Reizung so rasch als möglich eintreten, nicht aber, wenn nur eine kleine Zeit verstreichen soll. Es geht aber zum Theil, daß man für den Zweck verschiedene Reizungsarten anwendet.

Eine zweite Bedingung liegt in der Größe des Reizes selbst, der je nach der Dauer der Reize oder des Maximum der Elektricität nicht zu klein, Stromwender übersättigte Kupferdrähte, die sich leicht ausglühen, selbst, wenn sie vermuthlich deswegen schwächere Ergebnisse, als wenn ich Platindrähte zu Umkehrern gebraucht hätte. Ich glaube jedoch nicht, daß der erwähnte Beobachtungsfehler bei Gebrauch eines Wippers zum Schließe und der Oeffnung in den einzelnen Zusammenstellungsfällen gänzlich beseitigen könnte. Denn Bruchtheile von Secunden sind natürlich hier eben so viel, als Reihen von Minuten in vielen anderen Fällen.

Dieser Uebelstand bewog mich auch die Zuckungen gemischter Art, die ich nun nicht mannigfaltig zu prüfen d. h. die Stärke der Zusammensetzung nur beiläufig kannte und zu schätzen, nicht aber die Stärke des Muskels für ein bestimmtes Gewicht zu ermitteln.

Wenn wir hinter einem Schenkel, der die einfache gleichartige Zuckung mittelst Strahl der Schließungsart hervorruft, so können wir hinter einen Schenkel des centralen Stromes bringen, wenn wir einen Schluß des centralen Stromes an die Oeffnung des peripherischen und zwar so rasch als möglich folgen. Wiederholen wir diese Schließungsreize schnell hinter einander, so ist der Fall da: Die aber einfache Schließungszuckung besteht in einzelnen Fällen aus mehreren, in anderen dieser noch, als die nachfolgende Oeffnungszuckung, so kann man ungefähr ein richtiges Verhältniß für den Augenblick erhalten.

Bringen wir an die eben erwähnte Reihe, so ändert man z. B. jede dritte $p = 1 . 0 . 0 . 0$. mit $c = 1 . 3 . 0 . 0$. Spätere Versuche $= 0 . 5 . 0 . 0$. bald dagegen $c = 3 . 1 . 0 . 0$.

Wenn man die Kette eine Zeit lang peripherisch geschlossen und schließt centralen Strom central, so bekommt man ebenfalls eine Schließungszuckung, je nach dem centralen Augenblick trifft oder der gehörige Grad von Einfluß des centralen Stromes erreicht hat. Hat der Schluß des peripherischen Stromes sehr lange gedauert, ist die Schließungszuckung des centralen oder darf ausgefallen, so kann selbst der Eintritt des letzteren ausbleiben.

Ein galvanisches Froschpräparat z. B. gab mir bereitet $p = 3 . 0 . 0$ $= 4 . 0 . 0$. Ließ ich es nun 21 Minuten peripherisch geschlossen, so $= 3 . 0 . 0 . 0$. und $c = 4 . 0 . 3 . 4 . 0$. Der Fall, daß hier nur $= 2 . 0 . 0$ in $c = 1$ bis $2 . 2 . 0 . 0$. übergeht, kommt dazwischen.

Die Verschiedenheit der Reizungsverhältnisse, durch welche die Schließungszuckung hervorgerufen wird, kann nicht auch durch den peripherischen Strom veranlaßt werden, wenn er in der That Zusammenziehungen zur Folge hat. Ein Froschschenkel z. B. [illegible] peripherischen Strömen zuletzt ausgeübt gewesen, zeigt die Reihenfolge $= 4$ bis $5 . 0 . 0 . p = 0 . 0 . 0 . 0 . c = 0 . 4$ bis $5 . 0 . 0 . p = 0$ $= 3 . 4$ bis $5 . 0 . 0 . p = 0 . 0 . 0 . 0 . c = 1$ bis $2 . 4$ bis $5 .$ $p = 0 . 0 . 0 . 0 . c = 4 . 4$ bis $5 . 0 . 0 . p = 0 . 0 . 0 . 0 .$ u. $c = 0 . 4$ b

25) Wechselt man mit peripherischen und centralen Strömen so rasch als möglich ab, so erhält man häufig $p = 3.0.0.0.$ und $c = 1.3.0.0.$ statt $p = 3.0.0.0.$ und $c = 0.3.0.0.$, d. h. der Sturm erzeugt eher eine Schließungszuckung des centralen, als eine Oeffnungszuckung des peripherischen Stromes. Obgleich sich nun dieses unter vielen anderen Verhältnissen bestättigt, so ist es doch auch möglich, daß man die Stimmung für den peripherischen Strom verändert und selbst umkehrt.

Ein Froschschenkel, der früher dem Einflusse der verschiedenen Stromesrichtungen und zuletzt dem des Magnetelektromotors ausgesetzt worden war, gab z. B. 1½ Minuten später $c = 4.4.0.0.$ $p = 2$ bis $3.0.0.0.$ und ½ Minute darauf $p = 4.2.0.0.$ $c = 2.2.0.0.$, dagegen 6 Minuten später $p = c = 4.4.0.0.$ Solche Zwischenfälle, die durch den bloßen Wechsel der Stromesrichtungen bedingt werden, kommen jedoch nicht sehr häufig vor.

Man kann die Oeffnungszuckung schon etwas leichter erzielen, wenn man den centralen Strom hinreichend lange durchfließen läßt und nun rasch einen peripherischen einleitet. Ich hatte den eben erwähnten Schenkel durch einen peripherischen Strom so weit abgestumpft, daß $p = 0.0.0.0.$ und $c = 4.4$ bis $5.0.0.$ wurde. Führte ich nun anhaltende centrale Ströme durch, so erhielt ich anfangs $p = 2$ bis $3.0.0.0.$ $c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0.$, später $p = 4$ bis $5.0.0.0.$ $c = 1$ bis 2.4 bis $5.0.0.$, dann $p = 4$ bis $5.1.0.0.$ $c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0.$, endlich $p = 4$ bis $5.3.0.0.$ $c = 1$ bis 2.4 bis $5.0.0.$ Ließ ich wieder einen centralen Strom 2 Minuten lang und alsdann einen peripherischen 2 Minuten durchfließen, so lieferte dieser sogar eine Oeffnungszuckung im Werthe von 4 bis 5.

Hat man auch den centralen Strom so tief eingreifen lassen, daß er selbst keine Zusammenziehung bedingt, so kann er sich doch für die Erzeugung der Oeffnungszuckung des peripherischen Stromes geltend machen. Ich ließ z. B. ein Präparat, das zuletzt $p = 0.2.0.0.$ und $c = 1.0.0.0.$ angab, 60 Secunden lang von einem centralen Strome durchfließen. Es gab dann die Reihenfolge: $c = 0.0.0.0.$ $p = 1.3.0.0.$ $c = 0.0.0.0.$

Ist auch der Einfluß des peripherischen Stromes durch eine anhaltende peripherische Schließung beseitigt worden, so kann ein anhaltender centraler Strom die Verhältnisse so weit herstellen, daß selbst die Oeffnungszuckung des peripherischen Stromes innerhalb der Verwirrungszeit überwiegt. Ein Präparat, das schon früher zu ähnlichen Versuchen gedient hatte und das 14¼ Minuten lang dem peripherischen Strom ausgesetzt gewesen, lieferte dann $p = 0.0.0.0.$ $c = 0.1$ bis $2.0.0.$ Ich ließ es dann 12 Minuten lang von einem centralen Strome durchfließen und erhielt hierauf $p = 1.3$ bis $4.0.0.$ $c = 1.1.0.0.$ $p = 1.3$ bis $4.0.0.$ und $c = 1.2.0.0.$

26) Leitet man eine Reihe von centralen Strömen kurz hinter einander ein, so erhält man hierbei nicht selten $c = 1.3.0.0.$ oder selbst $c = 3.1.0.0.$ statt $c = 0.3.0.0.$ Wiederholt man das Gleiche mit peripherischen Strömen, so kann auch hier die Oeffnungszuckung auftreten oder sich, wenn sie nicht mehr zum Vorschein kam, von Neuem geltend machen. Sie scheint jedoch wiederum schwerer, als die Schließungszuckung des centralen Stromes zu Stande zu kommen.

27) Hat man einen anhaltenden centralen Strom wirken lassen, und schließt und öffnet dann die Kette mehrere Male rasch hinter einander in centraler Richtung, so verstärkt sich nicht selten die Wirkung mit der Menge der Oeffnungen, nimmt aber oft später von Neuem ab. Es wechseln auch häufig kräftigere und schwächere Erfolge mit dem Mangel aller Schließungszuckungen ab. Aehnliche Verhältnisse kehren für die peripherischen Ströme wieder.

28) Wir haben gesehen, daß wir die Molecularverhältnisse durch den Einfluß der elektrischen Ströme so verwirren können, daß die einseitige gleichartige Wirkung in die ungleichartige für den centralen oder für den peripherischen Strom übergeht. Man stößt auf einzelne Froschpräparate, in denen analoge Erscheinungen im ersten Anfange vorkommen. Findet man z. B. in dem ersten Versuche $p = 3.1.0.0.$ und $c = 2.1.0.0.$, so ist dieses so zu deuten, daß hier noch das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven sein Uebergewicht behauptet, daß die gewöhnliche künstliche Stimmung der Froschpräparate noch nicht eingetreten. Ein frisch präparirter Unterschenkel lieferte mir aber z. B. $p = 2.3.0.0.$ und $c =$ kaum $1.2.0.0.$ Ein anderer, der unmittelbar vorher $p = 1$ bis $2.\alpha.0.0.$ und $c = 0.2$ bis $3.0.0.$ gegeben und der den Dämpfen

der Essigsäure seit 30 Secunden ausgesetzt war, zeigte $p = 3.0.0.0.$ und c
$. 0.0.$ Wir können uns vorstellen, daß hier die Nebenumstände die Molecul
haltnisse so änderten, wie wir dieses durch den Einfluß der elektrischen Ströme w
lich hervorzurufen vermögen.

2) Bietet ein Froschpräparat die einseitige ungleichartige Stimmung dar, so
sich auch, so viel ich sah, die Verwirrungsbeziehungen um. Ein Froschschenkel, d
der reizbarste gefunden hatte, war durch den letzten anhaltenden centripetalen S
so herabgekommen, daß sich $p = c = 0.0.0.0.$ ergab. Ließ ich nun einen p
ruhenden Strom eine Minute lang durchgehen, so lieferte dieser $p = 0.1.0.0.$ S
aber unmittelbar darauf eine Reihe peripherischer und centraler Ströme so schn
unmittelbar hinter einander wirken, so erhielt ich die Reihenfolge $p = 1.1.0.0.$ $c = 1.0$
$p = 0.0.0.0.$ $c = 1.0.0.0.$ $p = 0.0.0.0.$ $c = 1$ bis $2.1.0.0.$ $p = 0.0$
$c = 1.0.0.0.$ $p = 0.0.0.0.$ $c = 1$ bis $2.0.0.0.$ und endlich $p = c = 0.0.0$

3) Es kommt schon im lebenden Frosche ausnahmsweise vor, daß sich
Muskeln nur bei dem Schlusse oder nur bei der Oeffnung der Kette betheiligen.
wir doppelte Wirkungen, so zucken dann die meisten Muskeln des Schenkels im
lle des Schlusses und nur die des Oberschenkels in dem der Oeffnung. Dies
läßt sich leicht beweisen. Man findet aber auch z. B., daß nur der Wadenmus
auffallende Bewegung bedingt, während die übrigen Muskeln in geringerem Gra
nur mit verstärkt werden.

Manche galvanische Froschpräparate zeigen ähnliche Erscheinungen. Man
z. B. $p = 3.1.0.0.$ d. h. der Schluß der Kette wirkt nur auf den Waden
und die Oeffnung auf die an der vorderen Seite des Unterschenkels gelegenen M
Man erhält dann z. B. die Reihenfolge $p = 3.1.0.0.$ $c = 3.0.0.0.$ $p = 3.$
$. 2.2.2.$ $p = 4.4.0.0.$ $c = 4.0.0.0.$, d. h. diese Wechselthätigkeit
dem tiefliegenden Muskeln des Unterschenkels wird durch die Veränderu
Erregbarkeit der Nerven aufgehoben.

Manche Froschpräparate die sich auf den niedersten Stufen der Empfänglich
stehen, zeigen in dieser Hinsicht merkwürdige und für jetzt unerklärliche Verh
So präparirte ich z. B. ein galvanisches Präparat aus dem linken Schenkel eines F
der 8 Stunden lang getrocknet und dann in einem Wasserdampfapparate aufb
wurde. Der erste Versuch lieferte $p = 0.1.0.0.$ und $c = 0.0.0.0$
Ließ ich jetzt den Strom 4 Minuten lang anhaltend durchgehen, so er
$. 0.0.$ und eine schwache Spur von $1.0.0.$ $c = 0.0$
Bei der Wiederholung des Versuches an der Wade des Muskels der Vorderfläche des Unt
Schenkels zeigte sich nach dem anhaltenden peripherischen Strom länger
$. 2.2.$ bis $2.0.0.$ $c = 0.0.0.0.$ Ließ ich da
Reihe $p = 0.1.0.0.$ $c = 0.0.0.0.$
Ströme zum Nerven durch, so hatte ich sogar $p =$
$.$

Eine andere hierher gehörende Erscheinung besteht darin, daß ni
Muskeln des Unterschenkels sondern die Bewegungen einzelner
Muskeln des Unterschenkels oder meistentheils Ruhe der
$.$

Ich habe nicht selten bei dem lange anhaltenden peripherischen Ströme be
Schließung des Stromes Stromesschwankungen $p = 2.0.0.0.$ $c = 0.4$ bis 3
$c = 1$ bis 2.4 bis $5.0.0.$
$c = 0.4$ bis $5.0.0$
Ich habe nach dem anhaltenden centralen Strom herabgesetzt
$= 4$ Ein dritter, der sich
$p = 0.0.0.0.$ $c = 0.$
$c = 0$ kaum $c.0.0$
$.$ bei m.

Daß Zuckungen durch Stromesschwankungen erregt werden, wenn ihr
Schließung oder die constante Strömung nicht mehr zuckungserregend ist, konnte man auf den
Grund der bisher bekannten Bedingungen unter denen sich die Zuckung
Nerven hervorrufen läßt, z. B. der Nervenreiz eines Salzes wegen später unter

Allein das Räthselhafte bleibt hierbei, daß sie zu wirken aufzuhören pflegen, wenn man den Wadenmuskel zur Thätigkeit wieder erweckt. Es wäre vielleicht denkbar, daß die Fasern von diesem oberflächlich verlaufen und den Hauptstrom für sich hinwegnehmen. Man sieht aber, daß diese durch Nichts bewiesene Hypothese schon an und für sich auf keiner unzweifelhaften Grundlage ruht.

31) Hat man den Schenkel eines Frosches enthäutet, so findet man nicht selten, daß die entblößten Muskeln fortzittern. Läßt man dann einen galvanischen Strom durchschlagen, so erhält man z. B. eine Verkürzung bei dem Schlusse und eine zweite bei der Oeffnung. Jede von ihnen ist kräftiger als die Wechselkrämpfe, die während des Geschlossenseins der Kette oder nach dem Oeffnen derselben fortdauern.

Es ereignet sich unter den verschiedensten Nebenbedingungen, daß die Wechselkrämpfe nur während des Geschlossenseins oder nur nach dem Oeffnen der Kette auftreten. So sehr nun auch ihr Zustandekommen schwankt, so können wir sie doch durch manche Bedingungen unter günstigen Verhältnissen künstlich hervorrufen. Dieselben Grundanschauungen, die uns bisher geleitet haben, sind auch im Stande, die meisten, wo nicht alle hier möglichen Fälle genügend zu erklären.

Halten wir nämlich an der Ansicht fest, daß eine gewisse Stärke der Gleichgewichtsstörung der Nervenmolecüle nöthig ist, damit eine Zusammenziehung der Muskeln möglich werde, so dürfen wir voraussetzen, daß das Zittern aus einer solchen Molecularveränderung hervorgeht. Ist sie von vorn herein stark genug, so werden die Wechselkrämpfe von selbst auftreten. Ist dieses nicht der Fall, so können anhaltende elektrische Ströme so viel Unruhe hinzufügen, daß endlich die Wechselkrämpfe möglich werden. Sie treten daher hier nur unter dem Einflusse der geschlossenen Kette hervor, sei es, daß sie mit der Oeffnung aufhören oder später noch länger fortdauern.

Wir haben früher gesehen, daß jede der beiden elektrischen Stromesrichtungen, die einen Nerven anhaltend durchfließt, die Nervenmolecüle nach und nach in ihrem Sinne verrückt. Diese Veränderung erfolgt aber in der Regel bei dem Gebrauche schwächerer Ströme so langsam, daß keine Wechselkrämpfe während des Geschlossenseins der Kette zu Stande kommen. Stärkere Ketten, welche die Nervenmolecüle gleichsam stürmischer aufrütteln, oder Nebenverhältnisse, welche ohnedies schon die Ruhe derselben stören, werden jenes Zittern während der Dauer des Geschlossenseins erzeugen.

Wir können uns von vorn herein vorstellen — und die Erfahrung bestättigt es auch —, daß die Gleichgewichtsstörung der Nervenmolecüle, welche die Wechselkrämpfe vorbereitet oder sie ohne den Einfluß eines elektrischen Stromes bedingt, nach zwei verschiedenen Richtungen eben so gut erfolgen kann, wie die, welche aus den beiden entgegengesetzten Stromesrichtungen hervorgeht. Denken wir uns nun z. B., ein galvanisches Präparat, das rasch enthäutet worden, zittere von selbst fort und die Gleichgewichtsstörung der Nervenmolecüle, welche dieser Erscheinung zum Grunde liegt, stimme mit der, welche der centrale elektrische Strom bewirken kann, überein, so werden die Wechselkrämpfe während des Geschlossenseins des peripherischen Stromes durch Interferenz aufhören oder geschwächt werden. Gesetzt aber, es sei dieselbe Richtung der Gleichgewichtsstörung durch die Nebenverhältnisse gegeben, sie hätte aber nicht Kraf oder Geschwindigkeit genug, um Wechselkrämpfe von vorn herein hervorzurufen, sie bedürfe hierzu der Unterstützung der Elektricität, so werden die Muskeln während des Geschlossenseins des centralen Stromes zittern, mit der Oeffnung desselben aber der Ruhe verfallen.

32) Wenn schwache elektrische Ströme keine Wechselkrämpfe bedingen, so kann man oft genug das Ziel durch stärkere Ketten erreichen. Prüfte ich z. B. den Hüftnerven eines lebenden Frosches mit den Leitungsnadeln und einer schwach mit Kochsalzlösung geladenen Zink-Kohlenkette, so erhielt ich $p = c = B$ bis $C \,.\, bi \,.\, 0 \,.\, 0$. Nahm ich dagegen eine Batterie von drei gleichen Ketten, die mit so viel verdünnter Schwefelsäure als möglich versehen waren, so zeigte sich im Anfange $p = C \,.\, bi \,.\, 0 \,.\, 0$. und $c = C \,.\, 2 \,.\, zzbi \,.\, 0$. und 7 Minuten später $p = B$ bis $C \,.\, A \,.\, zzbi \,.\, 0$. und $c = C \,.\, C \,.\, zzbi \,.\, 0$.

Dieses Beispiel lehrt zugleich, daß sich die günstigen Bedingungen des Zitterns mit der Zeit und mit der Erhöhung der Oeffnungswirkung vergrößerten, daß es im Anfange nur bei einer Stromesrichtung und immer nur an den Muskeln des Oberschenkels, welche auch Nebenströme der Elektricität unmittelbar empfangen konnten, eintrat. Alle diese Erscheinungen bestättigten sich auch oft genug in anderen Versuchen.

Wenn übrigens stärkere Ströme die Muskeln während des Geschlossenseins der Kette zittern lassen, so sind zwei Fälle möglich. Es hört nach einiger Zeit auf und der Nerv hat seine Kräfte größtentheils oder gänzlich verloren. Wir können hier voraussetzen, daß die starke Elektrolyse den Nerveninhalt dauernd zerstörte. Greift sie aber nicht so tief ein, so tritt das Zittern hervor, ohne daß die Kräfte des Nerven für immer verändert werden. Er erholt sich in der Ruhe. Seine Thätigkeit kann durch eine andere Elektricitätsrichtung gebessert werden. Wir haben nur eine leichtere Gleichgewichtsstörung ohne durchgreifende chemische Zersetzung.

33) Der Schenkel eines lebenden Frosches oder ein galvanisches Präparat, das sich früher ruhig verhielt, zitterte bisweilen nicht bloß während des Durchgangs des elektrischen Stromes, sondern auch noch später. Die Elektricität hat hier den Anstoß für die schon vorhandene, aber zu schwache Gleichgewichtsstörung gegeben. Man sieht dieses häufig unmittelbar nach der Enthauptung, nach der Zermalmung des Rückenmarkes, nach der Zerrung des Hüftgeflechtes oder des Hüftnerven u. dgl. Dieser Zustand hält aber nur kurze Zeit an. Das Zittern fehlt daher später. Ein enthaupteter Frosch, der z. B. zuerst p oder $c = C.A.zzA.0.$ gegeben, zeigte später p oder $c = 0.0.0.0.$ und ein frisches lebhaftes galvanisches Präparat p oder $c = 4.4.zz1.0.$ und in der Folge p oder $c = 4.4.0.0.$

34) Arbeitet man an warmen Tagen oder in einem stark geheizten Zimmer, so schützt den Nerven des galvanischen Präparates vor dem Vertrocknen nicht, so fällt es verhältnißmäßig häufig auf Fälle, in denen Wechselkrämpfe hervortreten. Das Auge trocknet oft dabei sichtlich aus. Es fiel mir aber auf, daß diejenigen galvanischen Präparate, welche ich in dem Glase s Fig. 362 mit Schwefelsäure oder Chlorcalcium behandelt hatte (S. 643), keine Wechselkrämpfe zeigten.

35) Hat man ein kräftiges Froschpräparat, das von selbst nicht zitterte, dem erhaltenden Einflusse eines centralen Stromes ausgesetzt, so ereignet es sich nicht selten, daß es nach dem Oeffnen desselben von selbst fortzittert. Der peripherische Strom hat gegen kann das gleiche Präparat in Ruhe lassen.

Ein galvanisches, unmittelbar nach der Enthauptung bereitetes und mit der in Fig. 362 abgebildeten Vorrichtung geprüftes Präparat gab z. B. im Anfange $p = c =$ 4 bis 5 . 4 bis 5 . 0 . 0. Ich ließ nun einen peripherischen Strom 15 Minuten lang durchgehen. Es zeigte sich $p = 4$ bis $5.0.0.0.$ und $c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.$ Nun führte ich einen centralen Strom wiederum 15 Minuten durch. Dieser selbst gab $c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.zzA.$ Wir können uns diese nachträglichen Zuckungen daraus erklären, daß die noch ziemlich elastischen Nervenmolecüle aus der ihnen in der Zeit künstlich aufgezwungenen centralen Verrückung stürmischer zurückkehrten und eine Zeit lang lebhafter nachschwangen. Wiederholte ich später den gleichen Versuch, so fehlten alle Wechselkrämpfe aus, weil indeß die Nervenatome bei dem ferneren Absterben an Schnellkraft oder an Beweglichkeit verloren hatten.

36) Alle Bedingungen, welche die Verwirrung der Nervenmolecüle erzeugen, können auch Wechselkrämpfe hervorrufen. Ich will in dieser Hinsicht nur ein Beispiel der Kürze wegen anführen.

Ein unmittelbar nach der Enthauptung bereitetes galvanisches Präparat gab $p = 4$ bis $5.3.0.0.$ und $c = 4.4.0.0.$ Ich ließ nun einen peripherischen Strom 81 Minuten lang durchgehen. Dieser selbst gab $p = 4$ bis $5.0.0.$ Wechselte ich aber unmittelbar darauf die Ströme, so erhielt ich $p = a.0.0.0.$ und $c = 4.0.zz1.0.$ Nun ließ ich einen centralen Strom durchfließen. Dieser gab $c = 4.a.z1.0.$ Das Zucken hielt hier nur etwa in der ersten Minute des Geschlossenseins an. Wechselte ich dann die Ströme unmittelbar nach dem Oeffnen der Kette, so fand sich $c = 0.$ kaum $a.0.0.$ $p = 4$ bis 5.4 bis $5.z1.0.$ Blieb dann das Präparat 24 Minuten in Ruhe, so hatte es $p = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0$ und $c = 0.2.0.0.$

37) Man findet bisweilen, daß das Zittern trotz des Einflusses einer beliebigen Stromesrichtung fortdauert (Nr. 30) oder nur während des Geschlossenseins beider Stromesrichtungen anhält. Die Elektricität ist in dem ersteren Falle nicht im Stande, der durch andere Ursache bedingte Gleichgewichtsstörung aufzuhelfen. Sie kann sich in dem zweiten Falle nur unter dem Einflusse derselben durch Muskelverkürzungen geltend

machen. Lehrreicher sind die Fälle, in welchen eine Stromesrichtung ihren entschiedeneren Einfluß geltend macht.

38) Ein mit den Leitungsnadeln geprüfter Froschschenkel lieferte z. B. $p = C.a.$ kaum $za.0.$ $c = C.1.zza.0.$, d. h. der peripherische Strom führte nur im ersten Augenblicke, der centrale dagegen während der ganzen Dauer des Geschlossenseins der Kette zu Wechselkrämpfen.

39) Es ereignet sich nicht selten, daß das Zucken nur während der Dauer des Geschlossenseins der Kette in einer Richtung auftritt, in der entgegengesetzten aber mangelt. Ein lebender Frosch zeigte z. B. $p = C$ bis $D.0.0.0.$ und $c = D.0.zzA.0.$ und ein zweiter umgekehrt $p = E.a.za.0.$ und $C = D.0.0.0.$ Der erstere Fall ist mir jedoch bei Weitem häufiger vorgekommen, so daß sich auch hier der Vorzug des centralen Stromes geltend macht.

40) Es kann sich ereignen, daß ein galvanisches Präparat von selbst fortzittert, daß aber diese Wechselkrämpfe während des Geschlossenseins des Stromes in einer Richtung aufhören. Man erhält z. B. $p = 3.3.0.zz1.$ oder $c = 1.3.0.zz1.$ Man wird sich hier vorstellen, daß die ursprüngliche Gleichgewichtsstörung das erste Mal im Sinne des centralen Stromes Statt findet und von dem peripherischen interferirt wird, während der zweite Fall das Umgekehrte darbietet.

41) Man bemerkte bisweilen, daß das Zittern nur während des Geschlossenseins der einen und nur nach dem Oeffnen des entgegengesetzten Stromes eintritt. Ein galvanisches Präparat z. B., in dem ich das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven auf die Nr. 13 erwähnte Weise erhalten hatte und das vor dem Vertrocknen nicht beschützt worden war, lieferte ein Mal $p = 4.3zz2.0.$ und $c = 4.3.0.zz1.$ Wir können uns denken, daß hier eine Gleichgewichtsstörung im Sinne des peripherischen Stromes ursprünglich vorhanden war, daß sie sich aber ihrer Schwäche oder Langsamkeit wegen von selbst nicht geltend machte. Der durchfließende peripherische Strom kam ihr so weit zu Hilfe, daß nun die Muskelzuckungen möglich wurden. Sie verschwanden aber wieder mit dem Aufhören des Stromes, weil diese Unterstützung mangelte und dann eher ein Umschlag zur entgegengesetzten Richtung eintrat. Der centrale Strom blieb daher auch während seines Durchflusses nutzlos. Allein der Umschlag, der sich bei seiner Oeffnung geltend macht, lieferte Kraft genug, damit wieder das Zittern auftreten konnte.

42) Man kann schon mit Recht vermuthen, daß ein Wechsel der Ströme die Stimmung in dieser Hinsicht zu verändern im Stande sein wird. Die Erfahrung bestättigt diese Vermuthung. Ich ließ Ströme 15 Secunden lang durch ein galvanisches vor dem Vertrocknen nicht geschütztes Froschpräparat durchgehen. Das Präparat ruhte immer 15 Secunden zwischen der letzten Oeffnung der einen und der nächsten Schließung des entgegengesetzten Stromes. Ich erhielt dann die Reihenfolge $c = 3.3zz1.0.$ $p = 3.3.0.zz1.$ und $c = 1.3.0.zz1.$

43) Man begegnet Zwischenfällen, die sich im Wesentlichen auf die eben besprochenen schärferen Verhältnisse zurückführen lassen. Der mit den Leitungsnadeln eines Froschpräparates geprüfte Hüftnerv zeigte z. B. $p = C.a.za.sa.$ und $c = D.A.zza.0.$; ein anderer $p = C.0.0.0.$ und $c = C.0.zza.zza.$ u. dgl. m.

44) Es ereignet sich, daß ein galvanisches Froschpräparat, das von selbst fortzittert, während des Geschlossenseins des centralen, wie des peripherischen Stromes ruht, nach dem Oeffnen desselben aber seine früheren Wechselkrämpfe darbietet. Dieser Fall scheint auf den ersten Blick der oben dargelegten Grundansicht zu widersprechen. Eine genauere Betrachtung lehrt jedoch, daß auch hier noch eine Erklärung möglich ist.

Ein frisch bereitetes galvanisches Froschpräparat, das $p = c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0.$ gegeben, war dem peripherischen Strome 15 Minuten lang ausgesetzt worden. Es zeigte $p = 4$ bis $5.0.0.0.$ und $c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0.$ Ich ließ nun einen centralen Strom 15 Minuten lang durchfließen. Dieser selbst gab $c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.zzA.$ Wechselte ich unmittelbar darauf die Ströme, so erhielt ich $p = c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.zzA.$, eine Minute später dagegen schon $p = c = 4$ bis 5.4 bis $5.0.0.$ Der anhaltende centrale Schluß bedingte also hier kein Zittern. Es begann aber nach dem Oeffnen, weil die Nervenmolecüle vermöge ihrer Elasticität aus der ihnen aufgezwungenen Lage herausgehen wollten. Nun kam der peripherische Strom dazwischen und interferirte diese noch vorherrschend centrale Wirkung insofern, als jetzt keine Zuckungen Statt fanden. Hörte er auf, so traten diese frei hervor. Mittlerer-

weile hatten sich die Molecüle so weit verrückt, daß ihre Schwankungen mehr im peripherischen Sinne Statt fanden. Es wurde dann möglich, daß jetzt der centrale Strom interferirte und daß nun wieder später Zuckungen im vorherrschend peripherischen Sinne Statt fanden.

Ich gebe zu, daß diese Erklärung etwas Künstliches hat und bin gern bereit, sie mit jeder besseren zu vertauschen. Ich muß überhaupt bemerken, daß ich es bei der oben erwähnten Grundanschauung unentschieden lassen muß, ob die Gleichgewichtsstörung, die in den centralen oder peripherischen Sinne Statt findet, auf einer Drehung der mit verschiedenen Polaritäten versehenen Nervenatome oder auf einer Veränderung der Polarität selbst beruht.

45) Es ist mir häufig genug vorgekommen, daß sich lebende Frösche, die ich mit den Leitungsnadeln prüfte, bei dem Schlusse des ersten peripherischen Stromes ruhig verhielten, sich aber bei dem des nachfolgenden centralen Stromes krümmten oder ihren Schmerz auf irgend eine andere Art zu erkennen gaben. Reflex-Anregungen in den zweiten Beine oder im übrigen Körper verriethen das Gleiche an enthaupteten Thieren. Alle diese Zeichen fehlen aber oft genug. Sie treten unbeständig auf und mangeln nicht selten, wenn man die Versuche von Neuem wiederholt.

Bedient man sich dagegen des S. 632 beschriebenen Verfahrens, starke Inductionsschläge durchzuleiten, so erhält man schärfere Ergebnisse. Frisch eingefangene und kräftige Frösche schreien so laut und in so grellen Tönen, daß man am Ende Ohrschmerzen bekommt. Minder lebhafte Thiere verrathen ihren Schmerz nicht so deutlich, aber immer noch deutlich genug, um jede Unsicherheit des Urtheils zu beseitigen.

Prüfte ich lebende lebhafte Frösche mit den Leitungsnadeln, die z. B. 25 oder 15 Mm. wechselseitig abstanden, so zeigte sich zuvörderst kein wesentlicher Unterschied, ob der im Augenblicke des Schlusses oder der Oeffnung entstehende Inductionsstrom peripherisch oder central durchging. Der Frosch schrie in den ersten Versuchen nur bei der Oeffnung, nicht aber bei dem Schlusse der Kette. Wiederholte man die Beobachtung eine Reihe von Malen, so trat ein Zeitpunkt ein, in welchem das Thier sowohl bei dem Schlusse, als der Oeffnung, und zwar in beiden Fällen ungefähr gleich laut schrie. Es zeigte sich endlich eine Periode der Ermattung, in welcher keine Schmerzenstöne überhaupt zum Vorschein kamen. Ließ man dann das Thier ausruhen, ehe man wieder die Inductionsströme durchleitete, so wiederholte sich die frühere Reihenfolge. Es zeigte sich aber der Unterschied, daß jetzt die Zeit, während welcher die Oeffnungsströme allein beantwortet wurden, beträchtlich kürzer ausfiel. Das Thier verhielt sich z. B. bei dem ersten Schlusse ruhig, antwortete bei der ersten Oeffnung, schrie von nun an eine Zeit lang bei jedem Schlusse und jeder Oeffnung, bis endlich das völlige Ermattungsstadium nach verhältnißmäßig kürzerer Zeit durchgriff.

Dieselben Inductionsströme, welche hier wirkten, riefen immer nur Oeffnungstöne in mir hervor. Bedenken wir, daß die mit Salzwasser befeuchtete Oberhaut des Menschen jedenfalls ungünstiger wirkt, als die in den Nerven selbst eingestochenen Metallnadeln, daß der Leitungswiderstand unserer größeren Körpermasse beträchtlicher ist und daß die Hauptströme der Elektricität nicht immer gerade äußere Nervenstämme durchsetzen, so dürfte sich der Unterschied eher erklären.

Wir haben bis jetzt nur die Fälle, in welcher die Elektricität eine größere Nervenstrecke oder eine zweite, innerhalb dieser gelegene durchfließt, betrachtet. Wir müssen nun einige Versuche, in denen ein Nervenstück von einem elektrischen Strome und ein entferntes zweites von einem zweiten Strome berührt wurde, anreihen.

Will ich den lebenden Frosch auf diese Weise prüfen, so steche ich zwei z. B. 5 Mm. abstehende Leitungsnadeln in den Hüftnerven nahe dem Beckendurchgange ein und bezeichne dieses mit $S = 5$ Mm. Zwei andere ebenfalls 5 Mm. entfernte Nadeln kommen dicht über dem Kniegelenke zu stehen. Ich nenne dieses $T = 5$ Mm. Beträgt die Entfernung der hintersten Nadel von S und der vordersten von T 14 Mm., so bezeichne ich dieses durch $D = 14$ Mm. aus. s, t und d bezeichnen das Gleiche für galvanische Froschpräparate, welche dann mit dem Fig. 363 S. 631 dargestellten Zapfen untersucht werden.

46) Machte ich $S = 5$ oder 6 Mm. und $T = 5$ oder 6 Mm., während $D = 14$ oder 14 Mm. betrug, und ließ einen peripherischen oder centralen Strom durch S gehen, während ich T von Zeit zu Zeit prüfte, so erhielt ich ohne Ausnahme Wirkungen

welche dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven entsprachen, z. B. $p = c = C.0.0.0.$ oder $p = C.A.0.0.$, oder $p = C.ai$ oder $2.0.0$ und $c = C.2.0.0.$ Es wird also das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven nicht aufgehoben, wenn man auch ein dem Rückenmarke näheres Nervenstück einem anhaltenden peripherischen oder centralen Strom aussetzt. Es war hierbei glüchgültig, ob die Kette, die auf S wirkte, eben so schwach mit Salzwasser, wie die, welche bei T arbeitete, geladen war oder ob sie möglichst viel verdünnte Schwefelsäure enthielt.

Die Quantität der Ausschläge, welche T lieferte, litten in keiner beständigen, gesetzlich nachweisbaren Art. Es ist mir nur bisweilen vorgekommen, daß sie sich in einzelnen, jedoch nicht in allen Fällen schwächte, wenn ich zuerst einen peripherischen Strom durch S eine Zeit lang hatte fließen lassen und nun einen centralen durchleitete. Es zeigten sich noch kräftige Verkürzungen während der peripherischen Strömung. Die unmittelbar darauf durchgeleitete centrale Strömung bedingte aber bisweilen, jedoch im Ganzen seltener einen Wendepunkt. Die Antworten sanken ein Mal von B auf A und ein zweites Mal selbst von C auf bi oder ai. Diese quantitative Verminderung der Ausschläge trat in diesem zweiten Falle für die peripherischen Ströme etwas früher als für die centralen ein. Denken wir uns auch, daß S auf T so wirkte, daß hier eine centrale Gleichgewichtsverrückung Statt fand und daß daher der peripherische Strom entgegen wirkte, so bleibt es doch auffallend, daß sich später z. B. $p = 0$ bis $ai.0.0.0.$ und $c = ai.0.0.0.$ ergab.

47) Ließ ich umgekehrt $T = 5$ Mm. von einem anhaltenden centralen oder peripherischen Strome durchfließen, während $S = 5$ Mm. mit Wechselströmen in Verbindung kam und $D = 12$ Mm. war, so zeigte der Hüftnerv eines lebenden Frosches keine sichtliche Abweichung von dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven. Alle Antworten bestanden in $p = A$ bis $D.0.$ bis $a.0.0.$ und $c = B$ bis $D.0$, a oder $1.0.0.$ Die anhaltende Strömung mochte central oder peripherisch sein und 10 oder 20 Minuten gedauert haben.

48) Ich habe diese Versuche nur in geringer Zahl an galvanischen Froschpräparaten wiederholt. Machte ich $s = 5$ Mm., $d = 19$ Mm. und $t = 5$ Mm. und ließ s peripherisch oder central geschlossen, so konnte ich bis jetzt keine entschiedene Wirkung auf die Stimmung von t bemerken.

49) Hielt ich umgekehrt t in einer Stromesrichtung geschlossen, während ich s wechselte, so bekam ich dann entweder gar keine oder bedeutend geschwächte Zuckungen. Das untere anhaltend durchflossene Stück hinderte augenblicklich die Wirkungen des oberen. Dieses hatte dagegen seinen Einfluß unmittelbar nach der Oeffnung der zweiten Kette wiedergewonnen.

s allein gab z. B. $p = c = 4.1.0.0.$ und t allein $p = 4.1.0.0.$ $c = 4.4.0.0.$ Blieb nun t eine Minute lang peripherisch geschlossen, so zeigte sich indeß für s die Reihenfolge: $p = 1.\alpha.0.0.$ $c = \alpha.1.0.0.$ $p = 1.0.0.0.$ $c = 0.0.0.0.$ $p = c = 0.0.0.0.$ Wurde nun t geöffnet, so gab s unmittelbar darauf $p = 3.1.0.0.$ $c = 1.1.0.0.$ $p = 3.3.0.0.$ $c = 0.1.0.0.$ Schloß ich t von Neuem peripherisch, so gab jetzt s sogleich $p = c = 0.0.0.0.$ Der centrale anhaltende Schluß von t lieferte das gleiche Ergebniß. Es erklärt sich aus den bald zu erwähnenden Einflüssen, welche die Oertlichkeit des angesprochenen Nervenstückes ausübt.

50) Nennen wir 5 auf einander folgende Stücke des Hüftgeflechtes und der Hüftnerven f, g, h, i und k, so daß f dem mittleren Theil des Hüftgeflechtes und k der Gegend des Knies angehört, so findet man als Regel, daß h, i, k stärkere Ausschläge, als f und g unter sonst gleichen Verhältnissen liefert. Ein galvanisches Froschpräparat hatte z. B. $f = 5$, $g = 6$, $h = 7$, $i = 6$ und $k = 5$ Mm. Die erste Prüfung ergab dann $c = 0.2.0.0.$ für f, $c = 2$ bis $3.2.0.0.$ für g, $c = 3.0.0.0.$ für h, $c = 2.3.0.0.$ für i und $c = 3.2.0.0.$ für k, $p = \gamma.\gamma.0.0.$ für f, $p = \beta.\beta.0.0.$ für g, $p = 3.\alpha.0.0.$ für h, $p = 3.3.0.0.$ für i und $p = 3.3.0.0.$ für k. Sinkt die Empfänglichkeit, so fehlen die Zuckungen für f und g, während sie noch die längste Zeit für h, i und k fortdauern. Dieses Resultat ändert sich nicht, man mag die einzelnen Nervenstücke in der Richtung von k nach f oder von f nach k durchprüfen.

Wir sehen hieraus, daß wahrscheinlich der physiologische Leitungswiderstand mit der Entfernung der angeregten Nervenstelle von den Muskeln oder mit der Länge der frei zu durchlaufenden Nervenbahn zunimmt. Tritt ein elektrischer Strom in f ein oder aus

ihm heraus, so muß sich die Veränderung der Nervenmolecüle durch g, h, i, k und n weiter fortpflanzen. Geht nun ein anhaltender centraler oder peripherischer Str gleichzeitig durch k, so erhält er die Molecüle von k in seinem Sinne verrückt. Die von herabkommende Veränderung, die einem größeren physiologischen Leitungswiderstand gegnet, ist nicht im Stande, eine neue Verrückung zu erzeugen. Wir können auf unter Nr. 49 erwähnten Ergebnisse auf diese Weise erklären.

51) Wenn ich die einzelnen Stellen f, g, h, i und k in heißen Sommertagen frisch bereiteten galvanischen Froschpräparaten durchprüfte, so ereignete es sich nicht ten, daß ein oberes Stück des Nerven eine zum Theil andere Grundstimmung, als unteres darbot. Der Abschnitt, der den Muskeln am nächsten lag, zeichnete sich hi durch vorzugsweise aus. Ein Präparat ergab z. B. $p = c = 2.3.0.0$ für f, p kaum α. kaum $\alpha.0.0.$ und $c = 0.3.0.0$ für g, $p = 3.0.0.0.$ und $c = \alpha.3.0.$ für h, $p = 3.3.0.0$ und $c = 1.3.0.0$ für i und $p = 3.3.0.0.$ und $c = 3.1.0.$ für k.

52) Obgleich der dem Muskel nähere Abschnitt des Nerven vor dem entfernten den Vorzug zu haben pflegt, so kann sich doch auch ausnahmsweise das Umgekehrte, wie das vorige Beispiel lehrt, vorzüglich bei noch kräftigern Froschpräparaten wiederholt Es ereignet sich in seltneren Fällen, daß ein längeres Nervenstück augenblicklich mehr ständigere Erfolge, als jedes seiner Bestandtheile liefert. Der Nr. 51 angeführte Ischenkel gab z. B. $c = 3.1.0.0.$ $p = 2.2.0.0.$ für k, $p = 2.0.0.0.$ $c = 0.1.0.$ für $i + k$, $p = 2.2.0.0.$ $c = 0.2.0.0$ für i, $c = 3.1.0.0.$ $p = 1.3.0.$ für und $p = 2.0.0.0.$ $c = 0.1$ bis $2.0.0.$ für $i + k$. Ich muß es vorläufig dahingestellt sein lassen, ob diese Ausnahmen in den Molecularverhältnissen des Nerven (Sommerfrösche) oder in den Nebenumständen der elektrischen Durchleitung begründet waren.

Was die Säugethiere betrifft, so habe ich mich bis jetzt nur überzeugt, daß das erwähnte Zuckungsgesetz des lebenden Nerven auch hier wiederkehrt. Stach ich die Leitungsnadeln in der Gegend der Austrittsstelle des Antlitznerven aus dem Griffelloche ein in die des Hüftnerven in Kaninchen ein, so erhielt ich mit schwachen Zink-Kohlenketten $p = c = D.0.0.0.$ oder in ungünstigeren Fällen $p = c = D.B.0.0.$ Ebenso hört hierher die bekannte Erfahrung, daß der Schließungsschlag einer galvanischen Kette stärker, als der Oeffnungsschlag ausfällt. Sehr starke Säulen liefern wiederum doppelte Zuckungswirkungen. Ich kann dagegen die übrigen, die Säugethiere betreffenden Verhältnisse wegen vorläufigen Mangels eigener Untersuchungen nur nach den Erfahrungen Anderer anführen.

Der freigelegte Hüftnerv des Kaninchens, der empfindende und bewegende Fasern zugleich enthält, giebt im Anfange nach Matteucci [1]) doppelte und später gleichartige einseitige Wirkungen. Er verhält sich also, wie die Mehrzahl der kräftigen Froschpräparate. Die Aetherbetäubung ändert dagegen die Antworten nach jenem Forscher. Hat man nämlich ein Kaninchen durch Aether theilweise unempfindlich gemacht und leitet dann einen peripherischen Strom durch den einen und einen centralen durch den zweiten Hüftnerven fließen, so erhält man Schmerzenslaute bei dem Eintritte und Zuckungen bei dem Austritte des peripherischen Stromes. Die Zusammenziehungen zeigen sich dagegen nur bei dem Schlusse und nicht bei der Oeffnung des centralen Stromes. Es wird daher die Aetherbetäubung die gleichartige Wirkung in die ungleichartige umwandeln. Aetherkranke Frösche bieten diese Erscheinung nicht dar.

Matteucci und Longet [2]) prüften auch die vorderen Nervenwurzeln der Hinterbeine von Kaninchen, Hunden, Pferden und Fröschen. Sie antworteten im Anfange mit doppelten Wirkungen. Die Verkürzungen zeigten sich aber später nur bei der Oeffnung des peripherischen und der Schließung des centralen Stromes. Sie fielen in dem letzteren Falle kräftiger aus. Die vorderen und die seitlichen Stränge des Rückenmarks

[1]) C. Matteucci. Traite des phénomènes electro-physiologiques des animaux. Paris 1848. 8. p. 199 — 202.

[2]) C. Matteucci, in den Philosophical Transactions. Part. II. for 1847. London 1847. 4. pag. 283.

[3]) C. Matteucci u. A. Longet, in den Annales de Chemie. Troisième Série. Tom. XII. Paris 1844. 8. p. 374 — 78.

kes führten zu den gleichen Ergebnissen. Diese Theile und die rein bewegenden vorderen Nervenwurzeln würden hiernach ungleichartige, der gemischte Hüftnerv dagegen gleichartige Wirkungen darbieten. Hat man das Kaninchen mit Aether betäubt und die vorderen Wurzeln von dem Rückenmarke losgeschnitten, so kehren sich auch hier die Verhältnisse nach Matteucci um, d. h. der ungleichartige Erfolg verwandelt sich in einen gleichartigen.

Die Versuche, welche man bis jetzt über die Einflüsse der elektrischen Stromesrichtungen auf die Sinne anstellte, mußten schon deshalb unvollständig bleiben, weil man hier die Elektricität nur durch zahlreiche fremdartige Theile durchleiten und ihre Bahn in keinem gegebenen Sinne auf den Nerven allein beschränken kann. Elektrolytische Wirkungen sind überdies im Stande, die Geschmacksempfindungen zu täuschen. Gefühlseindrücke können die Wahrnehmungen der höheren Sinne verdrängen. Brachte Purkinje den Kupferdrath einer galvanischen Säule in den Mund und den Zinkdrath an den Augapfel, so kehrten sich die Farben der galvanischen Lichtfigur bei dem Oeffnen der Kette im Verhältniß zu denen, welche die Schließung erzeugt hatten, um. Der centrale Strom lieferte ein lebhafteres Licht, als der peripherische. Dieser erzeugt dagegen größere Schmerzen, wenn selbst keine merklichen Muskelzuckungen die Ergebnisse trüben [1]).

Fassen wir Alles zusammen, so können wir annehmen, daß der Be- 4615
wegungsnerv nur dann Verkürzungen und der Empfindungsnerv Eindrücke anregt, wenn eine Molecularveränderung, die eine gewisse unwirksame Größe überschreiten muß, in den peripherischen oder centralen Enden oder in dem ganzen Verlaufe des Nerven durchgreift. Wirkt eine hinreichend kräftige Erregung auf einen Abschnitt der Nerven, der von der Endigung desselben entfernt liegt, so werden zwar zunächst nur die Atome dieses Stückes in Unruhe versetzt. Es pflanzt sich aber die Veränderung von Molecül zu Molecül fort, bis sie, wenn sie kräftig genug ist, die entsprechende Wirkung hervorruft. Diese Fortleitung setzt dreierlei Bedingungen voraus. 1) Die Atome müssen ihren natürlichen, von vorn herein gegebenen Zusammenhang bewahren. Es wird daher die Leitung mittelst der Durchschneidung unterbrochen. 2) Sie müssen ihre regelrechten Eigenschaften besitzen. Es wirkt daher jeder tiefere chemische Eingriff, wie die mechanische Trennung. 3) Sie dürfen in keiner Spannung, welche ihre Beweglichkeit hindert oder aufhebt, erhalten werden. Ein abgleitender elektrischer Strom, der eine centralere Stelle des Hüftnerven trifft, ruft daher keine Verkürzungen hervor, wenn ein peripherischerer Abschnitt von einem anhaltenden Strome gleichzeitig durchflossen wird. Heben wir diesen letzteren auf, so kehren die Verkürzungen auf der Stelle wieder (S. 655).

Soll jene Molecularveränderung zu Stande kommen, so bedarf es einer gewissen wenn auch nur sehr kurzen Zeitdauer der Anregung. Es kann daher der Schenkel ruhig bleiben, wenn wir den Hüftnerven allzurasch durchschneiden. Denken wir uns die Einwirkung des elektrischen Stromes unter dem Bilde einer mechanischen Wirkung, so hängt sein Einfluß von der Geschwindigkeit der Verrückung der Nervenatome ab. Der Eintritt und der Austritt desselben besteht darin, daß die Elektricität von Null auf eine gegebene Höhe in kurzer Zeit steigt oder in umgekehrter Richtung fällt und daß diese plötzliche Veränderung an allen Punkten des

[1]) Du Bois, a. a. O. S. 339 fgg. u. S. 358.

Durchganges faſt augenblicklich zu Stande kommt. Dieſe größere Schnelligkeit der Veränderung bedingt es auch, daß wir die Zuckungen bei dem Schluſſe und der Oeffnung am Leichteſten erhalten. Sie ſteigen daher mit der Menge der Elektricität, welche in einer gegebenen Zeiteinheit begleitet. Der Durchgang des Stromes der anhaltenden Kette beruht dagegen in langſameren oder weniger entſchiedenen Veränderungen. Es kommen daher dann nur Verkürzungen zu Stande, wenn die Atome des Nerven eine beſondere Beweglichkeit beſitzen oder wenn tiefere elektrolytiſche Eingriffe chemiſche Erfolge nach ſich ziehen.

Sobald ſich der örtlich erregte Reiz von Molecül zu Molecül fortpflanzt, ſo verräth ſich hierbei ein phyſiologiſcher Leitungswiderſtand, der mit der Länge der Nerven zunimmt. Es befinden ſich deshalb die den Muskeln näher gelegenen Abſchnitte unter ſonſt gleichen Verhältniſſen im Vortheil. Trifft dieſelbe örtliche Erregung eine größere Summe von Nervenatomen, ſo wächſt auch die Wirkung. Es wird der gleiche Leitungswiderſtand aber überwunden und der Erfolg ſelbſt vergrößert. Es wächſt daher die Wirkung mit der Länge des von dem elektriſchen Strome durchfloſſenen Nervenſtückes.

Was wir die Stimmung eines peripheriſchen Nerven nennen, iſt nur der Ausdruck eines gegebenen Molecularzuſtandes deſſelben. Der lebende Nerv zeichnet ſich dadurch aus, daß er aus dem durch einen elektriſchen Eingriff ihm aufgedrungenen Verhältniſſe in ſeinen urſprünglichen Zuſtand mit großer Kraft und Schnelligkeit zurückzukehren ſucht. Wir können wahrſcheinlich hieraus das Zuckungsgeſetz des lebenden Nerven für ſchwache Ströme (S. 634) erklären. Der Einbruch des Stromes, die plötzliche Steigerung von Null bis zu einer gegebenen Elektricitätsgröße bedingt eine ſchnelle Molecularverrückung, welche die Zuſammenziehung erregt. Die Atome kehren aber ſogleich in ihre frühere Lage zurück, ſo daß der ſchwache Strom während ſeiner Dauer und bei ſeinem Austritte keine hinreichend durchgreifendere Veränderung mehr bedingt. Wenn ſtarke Ströme doppelte Wirkungen hervorrufen, ſo können wir uns vorſtellen, daß ſie die durch das Beharrungsvermögen gegebenen Widerſtände der Nervenmolecüle bei dem Ausbruche der Elektricität überwinden. Wir haben endlich geſehen, daß Verletzungen, die eine Stelle des Verlaufes des Nerven getroffen haben, dieſen ſelbſt zu doppelten Wirkungen in der erſten Zeit geneigter machen. Der Eingriff, der eine Molecularverrückung an und für ſich bedingt, erniedrigt im Anfange das Beharrungsvermögen, das den Nervenmolecülen urſprünglich gegeben war.

Die Zerrungen, denen der Hüftnerv bei der gewöhnlichen Zubereitung der galvaniſchen Präparate unterworfen wird, ändern ſeinen Molecularzuſtand ſo weſentlich, daß ſich dann andere Atomenverhältniſſe als im lebenden Nerven verrathen. Dieſer unterſcheidet nicht zwiſchen den beiden elektriſchen Stromesrichtungen. Ein anhaltender Strom drückt ihm nicht ſo leicht beſtimmte Merkmale auf. Die Elaſticität, mit der ſeine gleichſam indifferent zur Längerichtung gelagerten oder beſchaffenen Atome in ihren urſprünglichen Zuſtand zurückkehren, können beide Eigenſchaften

Eigenschaft. Es wird sich wahrscheinlich die Polarisationsebene drehen, wenn ein elektrischer Strom durch jene Gebilde hindurchgeht. Nähere Untersuchungen fehlen in dieser Hinsicht gänzlich. Es fragt sich hierbei, ob ein Wechsel der optischen Eigenschaften nur die elektrische oder jede andere wirksame Erregungsart begleitet, ob er nur in den Muskeln, so lange ihre Verkürzung und der dadurch bedingte Wechsel des Molecularzustandes dauert, oder auch in den Nerven auftritt, und ob der physiologische Spannungszustand, den diese nach anhaltenden elektrischen Strömen zurückbehalten, mit einer Veränderung der optischen Verhältnisse verbunden ist.

4616 Sollen sich die Vorzüge, der sich die Gebilde des lebenden Körpers erfreuen, erhalten, so darf weder die Zufuhr des Blutes (§. 4484.), noch der natürliche Zusammenhang der entsprechenden Nervenmassen (§. 2262.) aufgehoben sein. Diese beiden Bedingungsglieder wirken aber in verschiedener Weise. Die Bewegung der Hinterbeine wird kurze Zeit nach der Unterbindung der Aorta gestört. Die Möglichkeit der Verkürzung dagegen hört nach der Trennung des Hüftnerven um Vieles später auf. Jene Erscheinung beruht auf einer vorübergehenden Molecularveränderung, welche die Zufuhr neuen Blutes rasch beseitigen kann, diese dagegen auf einer tiefen, allmählig eingeleiteten Entartung, deren Heilung auch längere Zeiträume fodert.

Hatte Brown-Séquard [1]) den Hüftnerven von Kaninchen oder Meerschweinchen durchschnitten, so zeigte sich, daß zuerst der Nerv, nicht aber die Muskeln ihre Empfänglichkeit verloren. Diese ging aber drei Stunden, nachdem die Bauchaorta unterbunden worden, ebenfalls zu Grunde. Wurde der Blutlauf von Neuem freigegeben, so kehrte auch die Verkürzungsfähigkeit der Muskeln binnen Kurzem wieder.

Der Mangel der Zufuhr des Blutes stört unzweifelhaft die Molecularverhältnisse der Nerven [2]) und der Muskeln. Es läßt sich aber für jetzt nicht entscheiden, ob die Schnelligkeit, mit der dann die Muskeln ihre Beweglichkeit einbüßen, nur von der veränderten Beschaffenheit der Muskelfasern oder dieser und der in ihnen enthaltenen Nerven herrührt.

Ist der Hüftnerv durchschnitten worden, so schwindet in der Regel die Empfänglichkeit in der Richtung von dem Hauptstamme nach den Verzweigungen, oder in centrifugaler Bahn (§. 2266.) [3]). Man kann sich dieses auf rein mechanische Weise erklären. Die feinsten Blutgefäße des Nerven streichen mit ihren Hauptstämmchen der Länge nach und verbinden sich dann häufig durch schiefe oder quere Aeste unter einander. Die vollständige Trennung des Nerven hebt den Blutlauf in einem wenn auch kleinen Bezirke auf. Der Nerveninhalt quillt leicht an den Querschnitten hervor. Er kommt hier mit fremdartigen Ablagerungen, welche die Verwundung nach sich zieht, in Berührung. Alle diese Erscheinungen werden daher jedenfalls die Beschaffenheit der Nervenmolecüle in der nächsten Nähe der Verletzung ändern. Greift nun der schädliche Einfluß der auf diese Art erkrankten Theile des Nerven auf die Nachbarstücke so tief ein, daß auch diese trotz der günstigeren Kreislaufsverhältnisse entarten, so wird diese Veränderung centrifugal fortschreiten. Die Fasern, die in den Muskeln verborgen liegen, leisten vielleicht deshalb einen stärkeren Widerstand, weil sie hier unter günstigern, durch die Verbreitung der Haargefäße in den Muskeln bedingten Ernährungsverhältnissen stehen.

Man sieht leicht, daß ähnliche Veränderungen des Nervenmarkes auch in dem centralen Abschnitte des Hüftnerven zu Stande kommen müßten. Sie würden sich hier centripetal verbreiten. Die physiologische Prüfung könnte natürlich diese Erscheinungen für die bewegenden Nerven nicht verrathen. Da aber der centrale Abschnitt veränderte

---

[1]) Brown-Séquard, bei F. M. Kilian, Versuche über die Restitution der Nervenerregbarkeit nach dem Tode. Giessen 1847. 8. S. 15.

[2]) Kilian, a. a. O. S. 16 fgg.

[3]) Vergl. auch Stannius, in Müller's Archiv. 1847. S. 454 — 56.

Primitivfasern, wenn auch in geringerer Menge, e
so dürfte jene Auffassungsweise an Wahrscheinlichkeit

Es wurde schon §. 219 angeführt, daß die E
der einen Froschpräparates ebenfalls in centrifugale
und Matteucci [1] geben an, daß überdies die e
in centripetaler Richtung verlieren. Hat man ein
Nerven galvanisch anhaltend gereizt, so können sich
das Ganze etwas mehr als Schein ist. Denken w
für die Strecke, die zwischen den beiden Reizungskräft
ein höherer Punkt zur Empfindung und ein tieferer
kommt, wenn selbst oben und unten die Empfänglich
der Stelle man warten, bis die Erregbarkeit de
mehr bei und dem einen Empfindungsnerven in ein
centripetaler Richtung von Stelle zu Stelle mit ei
Nerv sinkt, so daß die ersten Versuche die günstig
erwerden. Daß die dem Rückenmarke näheren Pu
Motive näheren centrifugalen Fasern die günstig
besitzen. Die Veränderungen, welche der örtliche R
an Stelle fortpflanzen. Diese Mittheilung kann ab
der erklärt werden [2]. Es muß der obenan
§. 155.

Die peripherischen Endstücke eines Nerven erlei
verliert, welche ihnen eine größere Erregbarkeit auf
mehr bei den Endstücken der Luft und bei der L
Empfindungsfähigkeit reichlicher mit ganglienzellen
Nervenstammes umspinnenden Fasern kann örtliche V
an der Oberfläche liegt, der. Man übt leicht, d
mehr [illegible] werden. Jene Erscheinungen erklären es, w
bestimmt Nervenäste ihre Empfänglichkeit länger
schwächeren Reizen wie noch, daß die Menge d
den, wird wahrscheinlich nimmt, so übt man sich
mit Nerven mit Nerven, die nur wenig [illegible] d
[illegible] Nerven für die Empfindung [illegible] mögen mag

Die Zweige der [illegible] sind auch andere gebaut
die Stämme, die peripherischen Nerven ähnlich
mit dem Rückenmarke nahe den centralen gegen
[illegible] als die Nervenstämme.

Bei [illegible] Theil des Hörgeschäftes des Ner
[illegible] da die [illegible] Theile nicht mehr
Theil [illegible] Nerven [illegible] der nächst
[illegible] und [illegible] Empfindungen zum Bewu
sind [illegible] Stamme [illegible] Die Schnecke
[illegible] Nerven [illegible] Ma. angeführt. Der [illegible]
[illegible] [illegible] S. 555. Es besteht [illegible]
[illegible] Verhältniß der Empfindungsfähigkeit der [illegible]
[illegible] Nerven [illegible] Empfindungen [illegible]
Muskeln [illegible] [illegible]

Die [illegible] Empfindungsfähigkeit der [illegible]
[illegible] [illegible] Die [illegible] Stamm
[illegible] [illegible] [illegible] Stelle der Empfind
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [

tigkeit von denen anderer Nerven unterscheidet, nicht von den Nervenstämmen, sondern von den Geweben, mit denen ihr Ende und ihr Anfang verbunden sind, ab. Die Nervenfaser liefert oder leitet eine passende Anregung zu gewissen mit ihr verknüpften Gebilden, welche jene in einen ihrem Baue entsprechenden Ausschlag übersetzen. Die Bewegungswerkzeuge sprechen am Deutlichsten für diese Vorstellungsweise. Manche Empfindungserscheinungen können unter dem gleichen Gesichtspunkte am Einfachsten erklärt werden.

Die in der Nasenschleimhaut enthaltenen Fasern des Riechnerven zeichnen sich durch ihre weichen und undurchsichtigen Hüllen, die des Sehnerven durch ihre Feinheit und ihre starken Scheiden und die des Hörnerven durch ihre beträchtlichen Querdurchmesser aus. Die bewegenden Nerven besitzen viele sehr breite Primitivfasern. Feinere Hilfsmittel, als die einfache mikroskopische Untersuchung, werden wahrscheinlich eine noch größere Reihe von Eigenthümlichkeiten nachweisen. Es ist für jetzt unmöglich, die Ursachen derselben genauer anzugeben. Man kann aber im Allgemeinen einsehen, daß Nerven, welche für so verschiedenartige Anregungen, wie die Riechstoffe, die Aetherschwingungen, die Erzitterungen fester Körper u. s. f. empfänglich sein sollen, in ihrem Baue abweichen müssen.

Die früher dargestellten Verhältnisse der Muskelverkürzung deuten darauf hin, daß die Veränderung, welche in den bewegenden Nerven in dem Augenblicke ihrer Thätigkeit Statt findet, die immer bereit liegende Fähigkeit der Muskelfasern, ihre Querdurchmesser auf Kosten ihrer Länge zu vergrößern, freimacht. Es verändern sich hierbei alle Punkte der quergestreiften Faser, während die Nervenelemente nur in gewissen Abständen dahingehen. Die Eigenwärme erhöht sich in den Muskelmassen, die sich zusammenziehen, nicht aber in den Nervenstämmen, welche die Verkürzung erregen, in bedeutendem Grade (S. 622.). Die einfachen Muskelfasern können sich wahrscheinlich auch ohne den Einfluß der Nerven verkürzen. Embryonalgebilde, in denen weder Muskelfasern noch Nerven mit öligtem Inhalte vorkommen, können willkührliche, automatische oder künstlich angeregte Bewegungen darbieten. Etwas Aehnliches kehrt in der verkürzbaren Masse vieler der niedersten Thiere wieder (S. 618.). Rechnen wir nun noch die Pflanzenbewegungen, die Schwingungen der Flimmerhaare und der Samenelemente, die Einwirkung der betäubenden Gifte auf die Regenbogenhaut (S. 619.) hinzu, so ergiebt sich, daß die verschiedensten Gewebe das Vermögen der Verkürzung an und für sich besitzen. Die Muskelmassen gehören zu dieser Art von Geweben, welche ihre Bewegungsfähigkeit mitbringen. Die Nerven liefern wahrscheinlich nur eine der vielen möglichen und unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen vielleicht die passendste Anregung, um jene Fähigkeit spielen zu lassen. Die Art, wie dieses geschieht, wird uns später beschäftigen.

Hält man an dieser Auffassungsweise fest, so folgt noch nicht, daß der Anspruch der Muskelfasern in allen Fällen günstiger wirken müsse, als der der Nerven. Es kommt hierbei nicht bloß auf die Reizung überhaupt, sondern auf die Art derselben an. Dieses und die Empfänglichkeitsverhältnisse der beiderlei Gewebe erklären es, weshalb die Ergebnisse in dieser Hinsicht in so hohem Grade schwanken (§. 2637 fgg.). Es kann vorkommen, daß die Nervengewebe den Vorrang über die Muskelfasern erhalten. Der Fall, in welchem der Harnleiter elektrische Schläge, die durch das centrale Nervensystem gehen, mit lebhaften Wellenbewegungen beantwortet, auf örtliche Reize dagegen schweigt (S. 469.), beweist dieses am Deutlichsten.

Wie die Bewegungsnerven zwischen gewissen Centralwerkzeugen und den Muskeln, so sind die empfindenden zwischen anderen Centraltheilen und den peripherischen Vorbereitungsgebilden ausgespannt (§. 3243.). Es ist möglich, daß diese letzteren die entsprechende Anregung nicht bloß auf zweckmäßige Weise aufnehmen, sondern auch gewisse eigenthümliche Merkmale dem, was in den Verbindungsnerven fortgeleitet wird, mittheilen. Lassen wir aber auch dieses bei Seite, so bestimmt jedenfals das Centralwerkzeug den Hauptcharakter des Erfolges. Die Durchschneidung des Sehnerven erzeugt daher keinen Schmerz, wie die der Tastnerven. Krankheiten der Centralwerkzeuge können nach Maaßgabe ihrer Oertlichkeit Funkensehen, Ohrensausen oder Schmerz bedingen.

Primitivfasern, wenn auch in geringerer Menge, ebenfalls darbietet (Bd. I. S. 717), so dürfte jene Auffassungsweise an Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Es wurde schon §. 2189 angeführt, daß die Empfänglichkeit des bewegenden Nerven eines Froschpräparates ebenfalls in centrifugaler Richtung verloren geht. Longet und Matteucci [1]) geben an, daß überdies die empfindenden Fasern ihre Fähigkeiten in centripetaler Richtung verlieren. Hat man eine Stelle eines nicht durchschnittenen Nerven galvanisch anhaltend gereizt, so können sich beide Fälle kund geben, ohne daß das Ganze etwas mehr als Schein ist. Denken wir uns, die elektrischen Ströme hätten die Strecke, die zwischen den beiden Leitungsdräthen lag, nachdrücklich zerstört, so wird ein höherer Punkt nur Empfindung und ein tieferer nur Bewegung zu Stande bringen können, wenn selbst oben und unten die Empfänglichkeit in allen Fasern beibehalten werden. Wollte man warten, bis die Erregbarkeit den nöthigen Grad von Schwäche erreicht hat und dann einen Empfindungsnerven in centrifugaler und einen bewegenden in centripetaler Richtung von Stelle zu Stelle mit einem nicht anhaltend nachwirkenden Reize prüfen, so daß die ersten Versuche die günstigsten Ergebnisse lieferten, so ließe sich einwenden, daß die dem Rückenmarke näheren Punkte des centripetalen und die den Muskeln näheren cen[illegible] günstigeren Erfolge ihrer Lage allein verdankten. Die Veränd[illegible]che Reiz erzeugt, müssen sich von Stelle zu Stelle fortpflanzen. [illegible]n aber mit zunehmender Länge des Weges erschwert werden [2]). Es muß [illegible] physiologische Leitungswiderstand zunehmen (S. 655.).

Die peripherischen Endstücke [illegible] erfreuen sich jedenfalls gewisser Nebenvortheile, welche ihnen eine größere Lebensdauer zusichern. Ihre Umgebung schützt sie mehr vor den Einflüssen der Luft und [illegible]er Verdunstung. Sie werden von der Ernährungsflüssigkeit reichli[illegible]ger umspült. Die in der Mitte eines Nervenstammes verlaufenden [illegible]che Vortheile im Vergleich zu denen, die an der Oberfläche liegen, dar[illegible]t, daß schwankende Ergebnisse hierdurch möglich werden. Jene Erscheinun[illegible], weshalb ein in der Muskelmasse verborgener Nervenzweig seine Empfä[illegible]ger zu bewahren pflegt, als der freiere Hauptstamm. Bedenken wir noch, daß die Menge des Nervenmarkes in der Muskelsubstanz selbst wahrscheinlich zunimmt, so sieht man ein, weshalb der elektrische Anspruch von Nerv und Muskel oder von diesem allein die Verkürzungserscheinungen bis zu den letzten Augenblicken der Empfänglichkeit möglich macht.

Eine Thatsache, die jedoch auch anders gedeutet werden kann, würde darthun, daß die Endgeflechte des empfindenden Nerven ähnliche Vortheile darbieten. Die Reizung einer dem Rückenmarke näher oder entfernter gelegenen Hautstelle führt leichter zu Reflexbewegungen, als die des Nervenstammes.

Hat man eine Stelle des Hüftgeflechtes des Frosches eine Zeit lang galvanisirt, so antworten die ihm entsprechenden Theile nicht mehr auf den Anspruch des Rückenmarkes. Prüft man dagegen den Nerven oberhalb der früheren Anspruchsstelle, so kommen bisweilen noch nach Kilian [3]) Bewegungen zum Vorschein. Man kann sich den Unterschied aus zweierlei Gründen erklären. Die Gesammtsumme der Nervenfasern wird in dem letzteren Falle auf ein Mal angegriffen. Der physiologische Leitungswiderstand fällt übrigens geringer aus (S. 655.). Es beruht wahrscheinlich auf ähnlichen Ursachen, wenn ein Zeitraum der Wiedererzeugung der peripherischen Nerven eintritt, in dem die Ansprache von diesen mit Verkürzungen beantwortet wird, der Wille selbst aber die Muskeln noch nicht beherrschen kann.

Ein erschöpfter Bewegungsnerv hat längere Zeit zu seiner vollständigen Erholung nöthig, als ein kräftiger. Die letzten Spuren der Empfänglichkeit verlieren sich aber langsamer, als die höchsten Grade der Erregbarkeit. Beide Erscheinungen erinnern an die Verhältnisse, welche die elastischen Körper bei ihrer Ausdehnung zeigen (§. 2736 fgg.).

4617 Obgleich einzelne Nerven gewisse anatomische und physiologische Eigenthümlichkeiten darbieten, so hängt die Wirkung, durch die sich ihre Thä

[1]) Matteucci, Traité, p. 206.
[2]) Kilian, a. a. O. S. 21. Du Bois, a. a. O. S. 322.
[3]) Kilian, a. a. O. S. 25.

ten und sich wiedererzeugen lassen, so führte nur die Reizung der vordern, nicht aber die der hinteren Nervenwurzeln zu Muskelbewegungen. Diese Thatsache ist noch nicht im Stande die oben angeregte Frage zu entscheiden. Es bleibt natürlich dahingestellt, ob sich hier nur gleichartige Fasern verbunden haben oder nicht.

Flourens [1]) welcher die ersten Beobachtungen auf diesem Gebiete anstellte, lieferte drei hierher gehörende Versuche, die zu verschiedenen Ergebnissen führten. Er heftete das peripherische Stück des rechten herumschweifenden Nerven eines Hahnes mit dem centralen des fünften Halsnerven zusammen und trennte drei Monate später den linken herumschweifenden Nerven. Obgleich sich jene beiden künstlich verbundenen Nervenstämme wechselseitig vereinigt hatten, so ging doch das Thier am folgenden Tage an Erstickung zu Grunde. Wiederholte er den gleichen Versuch an einer Ente, in der noch überdies das centrale Stück des herumschweifenden und das peripherische des fünften Halsnerven zusammengenäht worden, so erhielt er das gleiche Ergebniß. Er trennte endlich in einem Hahne die beiden Nervenstämme des Achselgeflechtes, von denen der eine die obere und der andere die untere Hälfte des Flügels versorgt und verband den centralen Abschnitt des ersteren mit dem peripherischen des letzteren und umgekehrt. Das Thier konnte den Flügel einige Monate später vollständig gebrauchen. Legte dann Flourens die Nerven bloß, so fand er, daß die Verwachsung in der vorgeschriebenen künstlichen Weise zu Stande gekommen war. Reizte man den einen der beiden Nervenstämme oberhalb der Vernarbungsstelle, so erhielt man nicht bloß Empfindungszeichen, sondern auch Muskelbewegungen. Diese entsprachen aber den den natürlichen Verhältnissen entgegengesetzten Ortsbeziehungen, mithin den künstlich eingeleiteten Veränderungen. Es würde hieraus folgen, daß zwei Bewegungsnerven, die nahe bei einander in das Rückenmark treten, dem Willen gehorchen können, wenn man sie auch kreuzweise zusammengeheilt hat.

Die Erkenntniß der Oertlichkeit der Empfindungseindrücke und der 4618
Einfluß, den unser Wille auf gewisse untergeordnete Abtheilungen der Bewegungswerkzeuge ausübt, führte zu der Theorie der isolirten Thätigkeit der peripherischen Nervenprimitivfasern. Gröbere Reizungsversuche sprachen zu ihren Gunsten (§. 4232 fgg.). Man verglich hiernach jede Faser mit einem von Seide umsponnenen Leitungsdrathe, in dem ein elektrischer Strom dahingeht. Diese Aehnlichkeit konnte aber nur insofern gelten, als Inductionsvorgänge, welche die Isolation nicht aufhebt, ausgeschlossen blieben. Die in neuerer Zeit vielfach beobachteten Theilungen der Primitivfasern (S. 590.) stoßen jene Vorstellung nicht um. Man darf nur nicht übersehen, daß sich weder die Bestimmung der Oertlichkeit der Empfindungen, noch der Willensbefehl, dem die Muskeln unterliegen, auf so kleine Bezirke, als der Mangel von Verzweigungen der Primitivfasern fordern würde, beschränkt.

Dehnte sich das Gebiet der Theilungsäste der Primitivfasern auf sehr entfernte Organe, deren Eindrücke sicher aufgefaßt und deren Bewegungen mit Bestimmtheit beherrscht werden, aus, so würden sich Anatomie und Physiologie in entschiedenem Widerspruche befinden. Wäre z. B. nachgewiesen, daß der eine Zweig derselben Primitivfaser des dreigetheilten Nerven in dem unteren Augenlide und der andere in der Oberlippe endigte, so ließe sich vorläufig nicht einsehen, wie wir zwei Nadelstiche, welche jene beiden Gebilde treffen, ihrer Oertlichkeit nach unterscheiden sollten. Ginge der eine Ast einer bewegenden Faser des Hüftnerven zu einem Beuger und der zweite zu einem Strecker, oder verbreiteten sich beide in zwei sehr entfernte Muskeln, so würden sich die gleichen Verlegenheiten für die Physiologie wiederholen. Betrachten wir aber die bis jetzt mit Sicherheit bekannten Beispiele von Spaltungen, so finden wir, daß sie vor Allem unter zweierlei Verhältnissen auftreten. Sie zeigten sich 1) im Innern einzelner Organe, wie z. B.

[1]) P. Flourens, Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. Seconde Edition. Paris 1842. 8. p. 272 — 275.

Diese Ansicht schließt wiederum nicht aus, daß eine große Reihe von Verschiedenheiten innerhalb des Haupthezirkes vorkommt. Wir beurtheilen daher die Farben und die Höhe der Töne nach dem Rhythmus der Schwingungen und die Eindrücke der Riechwerkzeuge nach der Art der Anregung. Das Gesicht vernachlässigt die gröbern Erschütterungen, welche das Ohr beantwortet und umgekehrt.

Die Embryonen und die niederen Thiere führen hier wahrscheinlich zu ähnlichen Verhältnissen, wie die Verkürzungsgebilde. Es sind Wahrnehmungen mit einfachen Werkzeugen, als in den ausgebildeteren höheren Geschöpfen möglich.

Man sieht leicht, daß es nicht richtig ist, wenn man von specifischen Energien der Nerven spricht und dabei die hervortretendsten Eigenthümlichkeiten ihrer Wirkungen im Auge faßt. Man schreibt hier den Nerven selbst Eigenschaften zu, die ausschließlich den anderen Gebilden, mit denen sie zusammenhängen, wenigstens größtentheils, zustehen. Einige hiergegen anzuführende psychologische Verhältnisse werden uns in der Folge beschäftigen.

Man hat mehrfach versucht, einen Theil der uns hier interessirenden Frage auf dem Wege des Versuches zu beantworten. Hängt die Eigenschaft eines Empfindungs- oder Bewegungsnerven nur von den End- oder Anfangsstücken, mit denen sie verbunden sind, ab, so läßt sich erwarten, daß man ungleichartige Nervenfasern zusammenheilen kann, ohne daß die Möglichkeit nach künstlichen Reizen aufhört. Man hat das peripherische Stück eines Bewegungsnerven mit dem centralen eines Empfindungsnerven zusammen, wartete die Heilung ab und prüfte nun, ob der Anspruch des centralen Abschnittes des früheren Empfindungsnerven Muskelbewegungen bedingt. Man hat auch umgekehrt das peripherische Stück eines Empfindungsnerven mit dem centralen eines Bewegungsnerven zusammengebracht. Man sieht aber leicht, daß man hier im günstigsten Falle keine Wiederkehr der regelrechten Empfindung erwarten könnte, weil die empfindenden Fasern mit ganz fremdartigen Centraltheilen verbunden sein würden.

Ein Nebenumstand vereitelt viele Versuche der Art. Liegen die zusammengehörigen und die frei gelassenen Abschnitte der durchschnittenen Nerven nicht weit von einander, so suchten sich oft gleichsam die gleichartigen Stämme bei der Heilung auf oder das Ganze wird von einem Knollen umgeben, der die genaue Bestimmung, was sich verbunden habe, unmöglich macht. Dieses Hinderniß trat den Versuchen, die Bidder[1]) an Hunden anstellte, entgegen. Er verband sechs Mal den centralen Abschnitt des Zungenfleischnerven mit dem peripherischen des Zungenastes des dreigetheilten Nerven und zwei Mal das centrale Stück von diesem mit dem peripherischen von jenem. Die frei gelassenen Theile des Nerven wurden möglichst verkürzt oder selbst mit einem Faden nach außen gezogen, um jede unpassende Vereinigung zu verhüten. Die Empfindung und die regelrechten Bewegungen der Zunge fehlten natürlich im Anfange. Sie kehrten aber in der Folge in einzelnen Hunden mehr oder minder deutlich zurück. Reizte man die Wurzel des Zungenfleischnerven innerhalb der Schädelhöhle auf galvanischem Wege, so antworteten die Zungenmuskeln und unter anderen auch die der Zungenspitze, wenn 80 bis 136 nicht aber, wenn nur 62 Tage nach der Operation verstrichen waren. Sprach Bidder den Stamm oberhalb der Narbe an, so erhielt er das gleiche Ergebniß. Die Bewegungen fielen hier zwei Mal sehr kraftvoll aus, während sie sonst schwächer als im regelrechten Zustande auftraten. Der Anspruch des Zungenastes des dreigetheilten Nerven ober- oder unterhalb der Narbe ließ keine Zuckungen zum Vorschein kommen. Die anatomische Prüfung ergab aber, daß das peripherische und das centrale Stück des Zungenfleischnerven drei Mal wechselseitig verbunden waren. Der peripherische Abschnitt des Zungenastes des dreigetheilten Nerven hatte sich zwar in drei anderen Fällen mit dem centralen des Zungenfleischnerven vereinigt. Es traten aber auch noch die beiden anderen Nervenenden zu der ganz unförmlichen Narbe hinzu. Etwas Aehnliches wiederholte sich in den beiden Fällen, in denen der peripherische Theil des Zungenfleischnerven mit dem centralen des Zungenastes des dreigetheilten Nerven verknüpft worden war.

Hatten Schwann[2]) und Steinrück[3]) die Hüftnerven von Fröschen durchschnit-

---

[1]) Bidder, in Müller's Archiv. 1842. S. 107 — 118.

[2]) Schwann, in Joh. Müller's Handbuch der Physiologie. Bd. I. Vierte Auflage. Coblenz 1843. 8. S. 334.

[3]) C. O. Steinrück, De nervorum regeneratione. Berolini 1838. 4. p. 30. Nro. 30

lange man die Parallele mit unseren physikalischen elektrischen Vorrichtungen festhalten will.

Eine Erscheinung, welche die Zitterfische darbieten, kann hier zu Hilfe gezogen werden. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Schläge, welche sie austheilen, auf elektrischen Wirkungen beruhen. Sie wirken auf Froschpräparate und lebende Thiere, wie gewöhnliche elektrische Ströme. Die Muskeln des Zitterfisches ziehen sich dessenungeachtet nicht zusammen, wenn auch das Thier die stärksten Schläge austheilt. Es müssen daher hier noch gewisse Nebenbedingungen, von denen wir noch keinen Begriff haben, einwirken.

Man könnte auch einen anderen Weg versuchen, um sich die Isolirtheit der Primitivfasern anschaulicher zu machen. Viele Forscher behaupten, daß der markige Inhalt der Nerven aus einem Achsencylinder und einer Rinde besteht. Man würde dann annehmen, daß die Strömung nur in jenem dahingeht, während die ölige Masse der Rinde die Rolle des Isolators übernimmt. Bedenken wir aber, daß der Achsencylinder ein späteres durch die Zersetzung des todten Nerven bedingtes Kunstproduct ist, daß das frische Nervenmark gleichartig erscheint, so fehlt dieser Vorstellung die anatomische Grundlage, ohne welche sie von selbst zusammenfällt.

Die Elektricität ist das einzige bis jetzt bekannte Agens, welches die 4619
verhältnißmäßig größte Aehnlichkeit mit dem sogenannten Nervenprincipe darbietet. Mag aber auch die Thätigkeit der Nervenfasern elektrische Ströme bedingen, so folgt hieraus doch noch nicht, daß diese den einzigen und selbst nur den wesentlichsten Ausdruck der Veränderung, welche in den Nerven vor sich geht, bildet. Man findet sogar bei genauerer Betrachtung, daß die Nervenfasern manche Verhältnisse darbieten, welche mit den bis jetzt bekannten elektrischen Erscheinungen nicht übereinstimmen und daß die elektrischen Ströme die Nerventhätigkeit zwar anregen, nicht aber unter allen Verhältnissen ersetzen können.

Die Vorstellung, daß die elektrische Strömung, welche in einer Nervenfaser dahingeht, physiologisch inducirend auf benachbarte Fasern wirkt, kann durch unsere bisherigen Kenntnisse kaum gestützt werden. Manche Erfahrungen zeugen vielmehr eher für das Gegentheil.

Der Leitungsdrath einer geschlossenen galvanischen Kette bedingt einen Inductionsstrom, wenn der zweite Drath ihm parallel läuft, nicht aber, wenn er ihn senkrecht schneidet [1]). Man kann mit Recht annehmen, daß empfindende und bewegende Fasern in dem Stamme des Hüftnerven parallel dahingehen. Denken wir uns nun, man hätte die hinteren Nervenwurzeln des Hüftnerven durchschnitten und ein Stück Haut bis auf seine Nervenverbindung isolirt, so läßt sich erwarten, daß ein elektrischer Strom in den Empfindungsfasern auftreten wird, wenn man die Haut selbst galvanisirt (S. 626.). Gesetzt nun, jener gehe central dahin, so müßte ein peripherischer Strom in den benachbarten motorischen Fasern in dem Augenblicke des Schlusses entstehen, wenn ein hinreichend kräftiger elektrischer Inductionsvorgang stattfände. Es ließe sich erwarten, daß dann Muskelverkürzungen in den Hinterbeinen zu Stande kämen, was, so viel man weiß, nicht der Fall ist.

Wenn wir die Verhältnisse der sich verkürzenden Muskelfasern näher ins Auge fassen, so stoßen wir auf manche Aehnlichkeiten mit der durch die Inductionsvorgänge bedingten Magnetisirung des Eisens. Die Unterschiede mangeln jedoch auch hier nicht gänzlich.

Der elektrische Strom führt nach Wertheim [2]) zu einer Abnahme der Elasticitätsgröße seines Leiters und der durch ihn magnetisch gewordenen Eisenmasse. Der Co-

[1]) E. Wartmann, in den Annales de Chimie. Troisième Série. Tome XIX. Paris 1847. 8. p. 279.

[2]) Wertheim, in den Annales de Chimie. Troisième Série. Tome XXIII. Paris 1848. pag. 302 — 327.

der Augenmuskeln der Fische, der elektrischen Werkzeuge der Zitterrochen oder [illegible] Nerven, die sich zu den Eingeweiden der Brusthöhle oder des Unterleibes begeben. Die physiologische Auffassung wird hierdurch nicht gestört. Man kann sich sogar die Theilungen aus gewissen Nebenbedingungen zu erklären suchen.

Unser Wille beherrscht zwar einzelne Muskelgruppen. Wir können aber schwerer über gesonderte Muskeln und fast nie über die verschiedenen Bündel derselben gebieten. Spalten sich auch die Primitivfasern, die sich in dem Innern eines Muskels verbreiten, so widerspricht dieses den eben erwähnten Beziehungen keineswegs. Denken wir uns, daß sich das Gleiche in Empfindungsfasern wiederholt und daß nur nahe Bezirke von den Zweigen aufgesucht werden, so fielen selbst hier die Schwierigkeiten größtentheils hinweg. Lassen wir die Netzhaut, in der die Theilungen noch nicht beobachtet worden, bei Seite, so bieten die übrigen Sinneswerkzeuge keine so örtlich beschränkte Unterscheidung ihrer Empfindungen dar, daß die Theilungen zu den physiologischen Ortlichkeiten unter den oben erwähnten Bedingungen gehören würden. Es scheint nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen ziemlich gleichgültig zu sein, an welchem Punkte der inneren Nase ein Riechstoff und an welchem des Vorhofes oder der Schnecke am Schädelwelle aufgefaßt wird. Sollten daher noch in Zukunft Theilungen in den Fasern des Riechnerven oder des Hörnerven beobachtet werden, so könnte dieses die Physiologie nicht hinnehmen. Was den Geschmack und die Tastwerkzeuge betrifft, so würden sich dann Verlegenheiten auftreten, wenn man nachweisen könnte, daß die Spaltungsäste derselben Faser des Zungenschlundkopfnerven z. B. zur Zungenwurzel und zur Zungenspitze verliefen oder die eines Tastnerven weiter reichten als die Entfernung, in der zwei Punkte als einer aufgefaßt werden (§. 417 3.). Einzelne Eindrücke, wie die Zahnschmerzen, die Gesichtsschmerzen, die Wollustempfindungen, werden überhaupt nur in gewissen Bezirken, nicht aber in kleineren abgegrenzten Oertlichkeiten wahrgenommen.

Es kommt nicht selten vor, daß sich ein Punkt des Scheitels und ein anderer in der Mitte der Harnblase gleichzeitig zusammenzuziehen scheinen, wenn man einen nur diesen Nervenzweig angesprochen hat. Man kann auch ähnliche Erfahrungen an Darmdarme machen. Diese Thatsachen genügen jedoch nicht, auf die Anwesenheit von Theilungen zurück zu schließen. Sie lassen sich schon aus dem einfachen Verlaufe der nicht gespaltenen Primitivfasern erklären. Es frägt sich auch, ob sich nicht hier die Verbindung oder die Anregung derselben von Punkt zu Punkt fortpflanzt und nur an verschiedenen entfernten Stellen lebhafter durchbricht.

Bedenken wir dagegen, daß die gegenseitige Berührung der Ganglienkugeln und der Nervenfasern eine Hauptbedingung der meisten Nerven der Eingeweide bildet, so können die Theilungen, die etwa in den Knoten selbst vorkommen, dazu dienen, die mittelbare Berührungsoberfläche zu vergrößern und die, die erst in den Zweigen auftreten, die Herrschaft der entsprechenden Nervenkörper weiter auszudehnen.

Die Spaltungen der Nervenfasern haben wahrscheinlich zum Zweck, die Menge der thätigen Nervenmolecüle örtlich zu vergrößern, ohne daß eine beträchtliche Zahl von Primitivfasern von vorn herein zugeleitet zu werden braucht. Sie sind daher Vervielfältigungswerkzeuge der peripherischen Nerventhätigkeit, während die Mutterstämme die Gesammtwirkung von jener dem Centralwerkzeuge zuleiten oder die Anregungen von diesem vermöge ihrer Theilungsäste fruchtbringender machen. Die Spaltungszweige bedingen zugleich, daß eine größere Oberfläche der Nervenfasern mit den benachbarten Gewebe in Berührung kommt. Denken wir uns endlich, daß die Nerventhätigkeit auf die Nachbargewebe nur in einer gewissen beschränkten Entfernung wirken kann, so bilden die Spaltungen einen Ersatz für den gewundeneren Verlauf der Nervenfasern, der sonst nöthig gewesen wäre.

Viele Theilungsäste behalten ihre markige Beschaffenheit bei. Sie vergrößern also die Menge des Nervenmarkes. Die Nerven der Plättchen der elektrischen Werkzeuge des Zitterrochen lehren aber am Deutlichsten, daß auch embryonale Fasern die ausgebildeteren markigen bei fortgesetzten Theilungen ablösen können (S. 398.).

Vergleicht man die einzelnen Primitivfasern mit einem umsponnenen elektrischen Zeugdrahte, so stößt man auf eine physikalische Schwierigkeit. Es liegt hier am Nächsten den markigen Inhalt dem Metall und die Begrenzungshaut der Seide gleich zu setzen. Da aber jene von wässerigen Lösungen durchtränkt wird, mithin eine feuchte Leitungsmasse bildet, so bleibt immer die ihr zugeschriebene Isolationsthätigkeit unsicher, so

physiologischen Fortpflanzungswiderstandes nicht bedingen kann, so wird uns das Ganze erklärlicher.

Es versteht sich von selbst, daß die Molecularveränderung, welche die Nerventhätigkeit begleitet, mit elektrischen Erscheinungen gleich vielen anderen Verhältnissen des Wechsels der Atomzustände verbunden sein kann. Es ist sogar möglich, daß diese in den empfindenden anders, als in den bewegenden Fasern ausfallen. Wie aber die elektrischen Phänomene, welche das Verbrennen der Kohle zu Kohlensäure begleiten (S. 622.), bloße Nebenerscheinungen bilden, so wiederholt sich vermuthlich das Gleiche für die Nervenfasern. Wir haben daher auch früher die Einflüsse der galvanischen Ströme von dem Gesichtspunkte der Verrückung der Molecüle des Nerven und nicht als einfache galvanische Einflüsse dargestellt.

Wir haben schon S. 592 gesehen, daß die so allgemein vorkommen- 4620
den Endgeflechte der Nerven unmöglich nur den Zweck haben können, verschiedenartige Nervenfasern zu vermischen. Sie vergrößern jedenfalls die Masse der wirksamen Nervenmolecüle. Da sie aber zugleich eine gegenseitige vorübergehende Berührung einzelner Nervenfasern bedingen, so könnte man vermuthen, daß hier eher eine wechselseitige Mittheilung zu Stande kommt. Diese Ansicht stößt aber auf große Schwierigkeiten für die Empfindungsnerven. Manche Bewegungserscheinungen scheinen sie allerdings zu unterstützen. Es können jedoch auch diese Thatsachen unter einem anderen Gesichtspunkte aufgefaßt werden.

Nehmen wir an, daß sich die Regungen der Empfindungsfasern in den Endgeflechten vollständig übertragen, so ließe sich die Oertlichkeitsauffassung der Empfindungseindrücke kaum erklären. Wenn ein mechanischer Eingriff, der eine beschränkte Stelle des Wadenmuskels trifft, eine Verkürzung der ganzen Muskelmasse nach sich zieht, wenn noch die vollständigsten Wellenbewegungen der Speiseröhre nach der Durchschneidung des einen herumschweifenden Nerven auftreten, wenn sich ungefähr der gleiche Bezirk des Oesophagus lebhaft verkürzt, man mag eine Wurzel des herumschweifenden oder des Beinerven aufreizen, so könnte man alle diese Wirkungen von Mittheilungserscheinungen herleiten. Man sieht aber leicht, daß auch noch andere Erklärungen möglich sind. Gesetzt ein Muskel zieht sich zuerst in einem beschränkten Punkte zusammen, so entsteht hier eine augenblickliche Störung der bisher vorhandenen elektrischen Verhältnisse. Diese kann auf die Nachbartheile einwirken. Wir hätten dann nicht sowohl eine augenblickliche Zusammenziehung des Ganzen, sondern eine Reihe rasch folgender Zuckungen, die im Grunde aus der gleichen Ursache, wie die inducirte Zusammenziehung des Froschschenkels (S. 622.) hervorgehen.

Wie die Endgeflechte der Nerven ein Räthsel sind, so wiederholt sich das Gleiche für die letzten Enden der Nervenfasern. Manche Forscher haben es zwar ausgesprochen, daß die Endschlingen physikalisch unbrauchbar seien und die freien Enden eine Bahn der Erkenntniß eröffnen. Ich glaube, daß hier praktisch, wie theoretisch geirrt worden ist. Die Interferenzerscheinungen des Lichtes verhielten sich zur Emanationstheorie nicht viel besser, als die Endschlingen zu unserer heutigen Kenntniß der Gesetze der Nerventhätigkeit. Man konnte sie vorläufig als unlösbare Räthsel bei Seite liegen lassen. Man durfte sie aber deshalb läugnen, weil man sie nicht zu erklären vermochte. Die Anatomen, welche die von ihnen selbstgesehenen Endnetze und Nervenschlingen in Abrede stellen und ihr sinnliches Auge des geistigen wegen verschließen, gerathen auf einen Irrweg, den die Naturforschung nicht betreten darf.

Halten wir uns aber an die Aehnlichkeit der elektrischen Erscheinungen, so können wir die Endschlingen mit dem Schließungsbogen einer galvanischen Säule, die freien Enden dagegen mit dem offenen Leiter einer nicht geschlossenen Kette vergleichen. Die Nerventhätigkeit wäre in dem letzteren Falle mit den unipolaren Wirkungen der Magnetelektromotoren zusammenzustellen — eine Parallele, die mindestens auf eben so viele Schwierigkeiten, als die mit einem geschlossenen Bogen stieße. Mit einem Worte, der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse gestattet wahrscheinlich gar keine die Endgeflechte und die Nervenendigungen betreffenden fruchtbaren Vorstellungen.

häsionswechsel der Letzteren ist im Ganzen geringer. Er tritt erst nach einiger Wirkungsdauer der Ströme sichtlich hervor und hört mit der Unterbrechung derselben nicht plötzlich auf. Er ist der Intensität des elektrischen Stromes und der Masse des magnetisirten Eisens proportional. Man kann den Zug, dem das Metall unterworfen ist, als die Wirkung einer longitudinalen Componente, welche das Eisen nach Maßgabe der Verhältnisse zu verkürzen oder zu verlängern strebt, und einer transversalen auffassen. Die Töne, die bei gehöriger Stärke des Apparates zum Vorschein kommen, rühren von diesen mechanischen Veränderungen her.

Die Elasticitätsgröße der rothen Muskeln nimmt ebenfalls mit ihrer Dauer ab. Der Cohäsionswechsel wird hier auch erst nach einer gewissen Dauer der Wirkung des Magnetelektromotors merklicher. Er vergrößert sich mit dem Werthe der Zusammenziehung und überdauert sie ebenfalls eine Zeit lang. Er bildet endlich eine Folge des elektrolytischen Einflusses, sondern der lebendigen Verkürzung (§. 2706 fg.). Man könnte daher die Wirkung des elektrischen Stromes auf das sich zum Magneten umgestaltende Eisen mit dem Einflusse der Nerven auf die sich verkürzenden rothen Muskeln vergleichen. Wir dürfen aber hierbei nicht übersehen, daß die Formveränderung des Muskels von der des magnetisirten Körpers der Quantität und vielleicht auch der Art nach wesentlich abweicht. Die sonst auftretende Verlängerung des Magneten stellt nach Joule bei einer gewissen Größe der Belastung in Verkürzung um, während die Muskeln die Fähigkeit der Zusammenziehung gerade unter einem zu starken Zuge nehmen. Mit einem Worte, wir haben wahrscheinlich ähnliche Vorgänge, aber verschiedene wirkende Massen in beiden Fällen.

Wenn die rasche Wiederholung der elektrischen Schläge Starrkrämpfe erzeugt, so dauert die Muskelverkürzung jedenfalls länger, als je eine einzelne elektrische Abgleichung. Man kann sich nun hier zunächst zwei Fälle denken. Die Zusammenziehung hält so lange an, als eine gewisse schnelle Bewegung der Nervenmolecüle stattfindet. Sie kommen aber nicht sogleich zur Ruhe. Greift die folgende elektrische Abgleichung, ehe die Nervenatome zu zittern aufhören, ein, so wird eine continuirliche Zusammenziehung mit der hinreichend schnell wiederholten discontinuirlichen elektrischen Erregung hervorgehen. Die zweite Annahme bestände darin, daß die einmalige Unruhe der Nervenmolecüle die Verkürzung bedingt, daß diese aber länger, als jene dauern kann.

Lassen wir den Magnetelektromotor unter den gleichen Verhältnissen wirken, so giebt dasselbe Muskelstück im Anfange Starrkrämpfe und später Wechselkrämpfe. Es müßten daher die kräftigeren Nervenmolecüle nach der ersteren Hypothese länger nachschwingen, während die Muskelatome in ihrem Verkürzungszustande nach der zweiten Ansicht länger verharrten. Wäre das Letztere der Fall, so würde sich die Zusammenziehung von der gleichzeitig im Magnetelektromotor erregten Magnetisirung des Eisenkerns unterscheiden. Denn jener arbeitete ebendeshalb fortwährend, weil der Magnetismus so gleich nach der Oeffnung der Kette abnimmt oder verloren geht.

Mehrere der schon früher erwähnten Thatsachen deuten darauf hin, daß die Veränderung, welche die Nervenfasern im Augenblicke ihrer Thätigkeit erleiden, auf mehr, als einer Störung des elektrischen Gleichgewichtes der Molecüle beruht. Bestände das Ganze oder selbst nur das Wesentliche in einer elektrischen Strömung, so ließe sich nicht einsehen, weshalb ein durchschnittener Bewegungsnerv, den man oberhalb, oder ein getrennter Empfindungsnerv, den man unterhalb der Verletzungsstelle reizt, die früheren Wirkungen nicht mehr darbietet. Die Fortpflanzung der elektrischen Ströme bleibt dann durch die feuchten Zwischentheile immer möglich. Legt man aber auch die Durchschnittenden noch so sorgfältig an einander, so ist doch der schädliche Einfluß der Trennung der gleiche, zum Beweise, daß der natürliche Zusammenhang der Molecüle eine Hauptbedingung bildet.

Wir haben früher (S. 655.) gesehen, daß man den Einfluß eines durchschlagenden elektrischen Stromes, der eine centralere Stelle des Hüftnerven eines Frosches getroffen trifft, durch einen anhaltenden elektrischen Strom, der eine periphérische Stelle beherrscht, vernichten kann. Diese Thatsache läßt sich, wie ich glaube, kaum erklären, wenn man die Nerventhätigkeit als eine bloße elektrische Strömung ansieht. Stellen wir uns dagegen vor, daß der anhaltende elektrische Strom die Nervenmolecüle in einer gewissen gegenseitigen Lage erhält und daß der vorübergehende Strom eine Molecularveränderung erzeugt, die aber den nöthigen kräftigeren Atomenwechsel in den unteren Nervenfäden bei

Bauchpresse machen sich allerdings ohne Weiteres geltend. Wir können aber alle diese Thätigkeiten in gewissen Grenzen nach Belieben verändern, während ein ähnlicher unmittelbarer Einfluß auf das Herz, den Magen, den Darm u. s. w. zu den Unmöglichkeiten gehört.

Man sieht leicht, daß jene Fähigkeit nicht allen Ganglien zukommt. Der Gasser'sche Knoten und die Ganglien der hinteren Wurzeln der Empfindungsnerven stören nicht die feinsten Tastempfindungen und die bald zu erwähnenden Knoten, die an bewegenden Nerven vorkommen, die Einflüsse, welche das Gehirn oder das Rückenmark auf die entsprechenden Muskeln ausübt. Man kann sich freilich hier wiederum mit der Annahme helfen, daß diejenigen Nervenfasern, welche mit den Ganglienkugeln in innige Berührung kommen, weder die bewußten Empfindungen noch die Willensbefehle leiten. Wir werden einige Thatsachen, die man zur Unterstützung dieser Ansicht angeführt hat, in der Folge genauer betrachten. Allein so viel ist gewiß, daß die Einflüsse, welche die bloße Nachbarschaft von Ganglienkugeln auf die durchgehenden Primitivfasern ausübt, nicht überall in der Hemmung der Wirkungen des Gehirns und des Rückenmarkes bestehen kann.

Einzelne der hierher gehörenden Bewegungsverhältnisse führen noch einen Schritt weiter. Wir sehen nämlich, daß der feinere Bau der Muskelfasern mit beträchtlichen Unterschieden, wenigstens in den Wirbelthieren bisweilen verknüpft ist. Man kennt bis jetzt keinen, aus einfachen Muskelfasern bestehenden Theil des Menschen, der unmittelbar willkührlich bewegt werden könnte. Es wurde schon früher bemerkt, daß die Harnblase und der Mastdarm nur scheinbare Ausnahmen dieser Norm bilden, weil der Wille bei der Harn- oder der Kothentleerung wahrscheinlich zunächst auf quergestreifte Muskelfasermassen wirkt und die Thätigkeit der einfachen nach einem oft merklichen Zeitraume nachfolgt. Die Regenbogenhaut des Menschen, die einfache Muskelfasern enthält, ist dem unmittelbaren Einflusse des Willens entzogen. Erst die Verkürzung des quergestreiften inneren geraden Augenmuskels kann das Sehloch mittelbar verkleinern. Viele Vögel, die quergestreifte Fasern in ihrer Regenbogenhaut und ihrem Spannmuskel der Aderhaut führen, besitzen einen nicht unbedeutenden Willenseinfluß auf die Größe ihrer Pupille. Ein Augenknoten kommt in ihnen eben so, als in den Säugethieren vor. Der Schlund beider Thierklassen bietet wahrscheinlich ähnliche Unterschiede dar. Die Verhältnisse des Herzens werden uns in einem späteren Abschnitte beschäftigen.

Obgleich der größte Theil des Nahrungskanals der Schleihe quergestreifte Fasern führt, so scheint er doch nicht von Zeit zu Zeit selbstständige Wellenbewegungen wie die Speiseröhre darzubieten. Hatte ich die Unterleibshöhle geöffnet und ließ dann den Fisch im Wasser schwimmen, so blieb der Darm ruhig. Dieses wiederholte sich, wenn ich eine kleine Strecke des Dünndarmes öffnete und dessen Schleimhaut mit einem Pinsel rieb, diesen von der Mundhöhle aus in den Magen einführte und hier das Gleiche wiederholte oder Brodbissen gewaltsam einschob. Die Empfänglichkeit des Nahrungskanals hatte freilich durch alle diese Versuche in dem sonst lebhaften Thiere so sehr abgenommen, daß die unmittelbar darauf eingeleitete Reizung des verlängerten Markes mittelst der Drähte des Magnetelektromotors nicht mehr jenen früher (S. 474.) erwähnten plötzlichen Ruck, sondern nur örtlich beschränktere Wechselkrämpfe nach sich zog. Der anatomische Bau der Verkürzungsgebilde liefert aber wahrscheinlich wieder von vorn herein günstige Bedingungen. Die quergestreiften Fasern der Muskelhaut des Nahrungskanals sind beträchtlich schmäler als die der rothen Körpermuskeln desselben Thieres. Eine 16 Centimeter lange Schleihe lieferte z. B. ein Präparat aus der rechten Seite der Cardia, dessen Muskelfasern $^1/_{42}$ — $^1/_{80}$ Mm. maßen. Der Darm an der ersten Schlingenumbiegung ergab in dieser Hinsicht $^1/_{81}$ — $^1/_{110}$ Mm., an deren zweitem Schlingenbogen $^1/_{88}$ — $^1/_{140}$ Mm. und der Mastdarm, der die meisten feinsten Fasern besaß, $^1/_{80}$ — $^1/_{177}$ Mm., die Mitte des rechten Seitenmuskels dagegen $^1/_{8}$ — $^1/_{67}$ Mm. und der rechte untere gerade Augenmuskel $^1/_{22}$ — $^1/_{10}$ Mm.

Sollten die in dem Verlaufe der Nervenfasern eingeschalteten Ganglienkugeln das Nervenmark wahrhaft unterbrechen, so könnte man annehmen, daß die Leitung des Nervenprincipes auf diese Weise erschwert würde. Nur Eindrücke von einer gewissen Stärke oder Beschaffenheit könnten das durch die Ganglienkugel gegebene Hinderniß, welches sich der Fortpflanzung der lebenden Nerventhätigkeit entgegensetzt, durchbrechen. Es würde hier ein ähnliches Verhältniß wie bei der Continuitätsstörung einer Nervenfaser wiederkehren, d. h. die Mittheilung der Veränderung eines Atomes des Nervenmarkes an sein

4621 Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, eine allgemein befriedigende, wenn auch nur hypothetische Ansicht über die Thätigkeit der Ganglien aufzustellen. Wenn die Brust- und die Baucheingeweide, deren Nerven zahlreiche Knoten besitzen, die gewöhnlichen Eindrücke dem Bewußtsein und ihre Bewegungen dem Willenseinflusse entziehen, so findet man, daß die mit Ganglien versehenen Abschnitte des dreigetheilten, des Zungenschlundkopf-, des herumschweifenden Nerven und der Kiemennerven viele Eindrücke auf das Pünktlichste angeben. Obgleich die Nerven des Schlundkopfes des Menschen und der Regenbogenhaut der Vögel mächtige Mengen von Ganglienkugeln enthalten, so können sich doch diese Gebilde willkührlich zusammenziehen. Es läßt sich nicht beweisen, daß die Ganglienkugeln überall, wo sie vorkommen, Mittheilungserscheinungen möglich machen. Der Gedanke endlich, daß sie die Ernährungsverhältnisse ausschließlich beherrschen, daß sie das vegetative Nervensystem des Körpers darstellen, kann auch nicht ohne Zwang und selbst nicht ohne die Vernachlässigung einzelner dawider zeugender Erfahrungen durchgeführt werden.

Berücksichtigt man die S. 599 dargestellten anatomischen Verhältnisse der Ganglienkugeln, so findet man, daß sich eine wesentliche Ungewißheit durch das ganze mit ihr beschäftigende Untersuchungsgebiet zieht. Man bemerkt bald, daß nur ein Theil der Nervenfasern vieler Knoten in nähere Beziehung zu den Ganglienkugeln tritt. Da diese allein keinen physiologischen Versuchen unterworfen werden können, da man bisher stets bis jetzt mit den Ganglien im Ganzen zu arbeiten genöthigt war, so bleibt immer der Einwand offen, daß Erscheinungen, die nur von den durchgehenden Nervenfasern herrührten, denen, welche mit den Ganglienkugeln genauer zusammenhängen, ungerechter Weise zugeschrieben worden sind.

So richtig diese Betrachtung an und für sich ist, so darf man doch mit Recht annehmen, daß sich der Einfluß der Ganglienkugeln weiter erstreckt. Die bisher Entwickelungs- und Ernährungsverhältnisse erklären es nicht, weshalb sich die durchtretenden Fasern bündelweise ausspreizen und Ganglienkörper und umspinnende Nervenfasern in ihren Zwischenräumen aufnehmen. Erinnern wir uns überdies, daß bisweilen an zwanzig Ganglienkugeln zwei oder drei ächten Nervenfasern anliegen (S. 602), so kann man den Gedanken nicht zurückweisen, daß die bloße Nachbarschaft von Belegungsstücken eine gewisse Wirkung ausüben muß.

Man hat vor Allem die Eingeweide der Brust und des Unterleibes im Auge gehabt, wenn man den Nervenknoten die Fähigkeit zuschrieb, die gewöhnlichen Eindrücke der Bewußten Auffassung und die Bewegungen dem Willenseinflusse zu entrücken. Henle[1] bemerkt dagegen mit Recht, daß diese Erscheinungen keine wesentlichen Grundverschiedenheiten bedingen, weil uns viele Eindrücke der Sinne in jedem Augenblicke ebenfalls entgehen, die Oertlichkeit der Anregung auch hier oft unbestimmt ausfällt und zahlreiche Bewegungen, wie z. B. die des Athmens unabhängig von dem Bewußtsein und dem Willen vollführt werden. Es ist jedoch nicht zu leugnen, daß die erwähnten Eingeweide manche Eigenthümlichkeiten darbieten. Lassen wir das Hungergefühl, die Empfindungen, welche bei der Nothwendigkeit der Harn- oder der Kothentleerung auftreten, bei Seite, so sind es vor Allem nur Schmerzenseindrücke, die von ihnen aus unter krankhaften Verhältnissen zum Bewußtsein kommen. Die uns sonst entgehenden Hautreize können aber nicht bloß als Schmerz, sondern auch als Tasteindrücke aufgefaßt werden. Wird der Nerv einer empfindlichen Hautstelle gereizt, so entsteht immer Schmerz. Die Nerven vieler Schleimhäute und der Blutgefäße antworten häufig nicht in dieser Weise. Die Bewegungen des Athmens, die Verkürzung der quergestreiften Fasern, welche die Entleerung des Harnes, des Kothes u. dgl. bedingen, die Nebenthätig-

[1] J. Henle, Handbuch der rationellen Pathologie. Bd. I. Zweite Auflage. Braunschweig 1846. 8. S. 177 fgg.

Bauchpresse machen sich allerdings ohne Weiteres geltend. Wir können aber alle diese Thätigkeiten in gewissen Grenzen nach Belieben verändern, während ein ähnlicher unmittelbarer Einfluß auf das Herz, den Magen, den Darm u. s. w. zu den Unmöglichkeiten gehört.

Man sieht leicht, daß jene Fähigkeit nicht allen Ganglien zukommt. Der Gasser'sche Knoten und die Ganglien der hinteren Wurzeln der Empfindungsnerven stören nicht die feinsten Tastempfindungen und die bald zu erwähnenden Knoten, die an bewegenden Nerven vorkommen, die Einflüsse, welche das Gehirn oder das Rückenmark auf die entsprechenden Muskeln ausübt. Man kann sich freilich hier wiederum mit der Annahme helfen, daß diejenigen Nervenfasern, welche mit den Ganglienkugeln in innige Berührung kommen, weder die bewußten Empfindungen noch die Willensbefehle leiten. Wir werden einige Thatsachen, die man zur Unterstützung dieser Ansicht angeführt hat, in der Folge genauer betrachten. Allein so viel ist gewiß, daß die Einflüsse, welche die bloße Nachbarschaft von Ganglienkugeln auf die durchgehenden Primitivfasern ausübt, nicht überall in der Hemmung der Wirkungen des Gehirns und des Rückenmarkes bestehen kann.

Einzelne der hierher gehörenden Bewegungsverhältnisse führen noch einen Schritt weiter. Wir sehen nämlich, daß der feinere Bau der Muskelfasern mit beträchtlichen Unterschieden, wenigstens in den Wirbelthieren bisweilen verknüpft ist. Man kennt bis jetzt keinen, aus einfachen Muskelfasern bestehenden Theil des Menschen, der unmittelbar willkührlich bewegt werden könnte. Es wurde schon früher bemerkt, daß die Harnblase und der Mastdarm nur scheinbare Ausnahmen dieser Norm bilden, weil der Wille bei der Harn- oder der Kothentleerung wahrscheinlich zunächst auf quergestreifte Muskelfasermassen wirkt und die Thätigkeit der einfachen nach einem oft merklichen Zeitraume nachfolgt. Die Regenbogenhaut des Menschen, die einfache Muskelfasern enthält, ist dem unmittelbaren Einflusse des Willens entzogen. Erst die Verkürzung des quergestreiften inneren geraden Augenmuskels kann das Sehloch mittelbar verkleinern. Viele Vögel, die quergestreifte Fasern in ihrer Regenbogenhaut und ihrem Spannmuskel der Aderhaut führen, besitzen einen nicht unbedeutenden Willenseinfluß auf die Größe ihrer Pupille. Ein Augenknoten kommt in ihnen eben so, als in den Säugethieren vor. Der Schlund beider Thierklassen bietet wahrscheinlich ähnliche Unterschiede dar. Die Verhältnisse des Herzens werden uns in einem späteren Abschnitte beschäftigen.

Obgleich der größte Theil des Nahrungskanals der Schleihe quergestreifte Fasern führt, so scheint er doch nicht von Zeit zu Zeit selbstständige Wellenbewegungen wie die Speiseröhre darzubieten. Hatte ich die Unterleibshöhle geöffnet und ließ dann den Fisch im Wasser schwimmen, so blieb der Darm ruhig. Dieses wiederholte sich, wenn ich eine kleine Strecke des Dünndarmes öffnete und dessen Schleimhaut mit einem Pinsel rieb, diesen von der Mundhöhle aus in den Magen einführte und hier das Gleiche wiederholte oder Brodbissen gewaltsam einschob. Die Empfänglichkeit des Nahrungskanals hatte freilich durch alle diese Versuche in dem sonst lebhaften Thiere so sehr abgenommen, daß die unmittelbar darauf eingeleitete Reizung des verlängerten Markes mittelst der Dräthe des Magnetelektromotors nicht mehr jenen früher (S. 474.) erwähnten plötzlichen Ruck, sondern nur örtlich beschränktere Wechselkrämpfe nach sich zog. Der anatomische Bau der Verkürzungsgebilde liefert aber wahrscheinlich wieder von vorn herein günstige Bedingungen. Die quergestreiften Fasern der Muskelhaut des Nahrungskanals sind beträchtlich schmäler als die der rothen Körpermuskeln desselben Thieres. Eine 16 Centimeter lange Schleihe lieferte z. B. ein Präparat aus der rechten Seite der Cardia, dessen Muskelfasern $1/42 - 1/80$ Mm. maßen. Der Darm an der ersten Schlingenumbiegung ergab in dieser Hinsicht $1/81 - 1/118$ Mm., an deren zweitem Schlingenbogen $1/89 - 1/140$ Mm. und der Mastdarm, der die meisten feinsten Fasern besaß, $1/80 - 1/177$ Mm., die Mitte des rechten Seitenmuskels dagegen $1/6 - 1/67$ Mm. und der rechte untere gerade Augenmuskel $1/22 - 1/19$ Mm.

Sollten die in dem Verlaufe der Nervenfasern eingeschalteten Ganglienkugeln das Nervenmark wahrhaft unterbrechen, so könnte man annehmen, daß die Leitung des Nervenprincipes auf diese Weise erschwert würde. Nur Eindrücke von einer gewissen Stärke oder Beschaffenheit könnten das durch die Ganglienkugel gegebene Hinderniß, welches sich der Fortpflanzung der lebenden Nerventhätigkeit entgegensetzt, durchbrechen. Es würde hier ein ähnliches Verhältniß wie bei der Continuitätsstörung einer Nervenfaser wiederkehren, d. h. die Mittheilung der Veränderung eines Atomes des Nervenmarkes an sein

Nachbargebilde stieße auf Hindernisse, während der künstlich eingeleitete elektrische Strom das durchfeuchtete Widerstandsgebilde leichter überschritte. Man könnte sich die eben erwähnten Eigenthümlichkeiten der Brust- und der Baucheingeweide aus diesen Verhältnissen zu erklären suchen. Allein abgesehen davon, daß die feineren Beziehungen des Nervenmarkes zu den Ganglienkugeln noch nicht festgestellt sind, so findet sich wahrscheinlich immer zwischen der Hülle und der Ganglienkugel eine geringe Menge von Flüssigkeit, die möglicher Weise die Leitung vermitteln könnte.

Die grauen Massen des Gehirns und des Rückenmarkes entwickeln, wie wir später sehen werden, Fähigkeiten, welche die Primitivfasern allein nicht besitzen. Die Aehnlichkeit, welche die peripherischen und die centralen Ganglienkugeln darbieten, führte zu der Vermuthung, daß jene ebenfalls besondere Kräfte besitzen. Diese Ansicht kann eine entfernte Andeutung geben, weshalb sich die Nervenknoten in manchen Bezirken so häufig wiederholen und so reichliche mikroskopische Ganglien im Herzen, an den Luftröhrenverzweigungen, den Gefäßverästelungen der Leber, der Nieren und anderer Unterleibseingeweide, den verschiedensten Stellen der Gekröse, an den Gefäßwänden einzelner Absonderungsorgane u. dgl. vorkommen. Es ist aber bis jetzt nicht möglich gewesen, jene Wirkung mit Bestimmtheit nachzuweisen oder Thatsachen aufzufinden, welche ihre Eigenschaften genauer darlegten und diese Vorstellung überhaupt ihrer Allgemeinheit und Unbestimmtheit entrückten.

Wir werden später finden, daß die grauen Massen des centralen Nervensystems in Mittheilungserscheinungen, die wir als Reflex- und als Mitbewegungen kennen, vermitteln. Man hat häufig die gleichen Eigenschaften den Ganglien ohne Weiteres zugeschrieben. Die bis jetzt bekannten Thatsachen gestatten aber hier noch kein sicheres Urtheil.

Henle [1]) hat mit Recht bemerkt, daß ein Darmstück, das dicht am Gekröse abgeschnitten und örtlich gereizt worden, seine Zusammenziehung nur eine kurze Strecke fortzupflanzen pflegt. Läßt man einen Abschnitt des Gekröses an dem ausgeschnittenen Darme, so dehnt sich die Bewegung weiter aus. Bleibt endlich das Ganze in seiner natürlichen Verbindung, so kann man die günstigsten Erfolge erhalten (§. 238 b.). So häufig sich auch diese Thatsachen im Allgemeinen bewähren, so beweisen sie doch nicht mit Bestimmtheit, daß die Ganglienkugeln gewisse Erscheinungen der Mitbewegung hervorrufen. Man kann oft noch günstigere Erfolge erhalten, wenn das Dünndarmgeflecht des Kaninchens ohne das Sonnengeflecht und andere der Aorta näher liegende Knoten mitgenommen worden. Man sucht dann vergeblich nach Ganglien an den Nervenstämmen, die in dem Ueberreste des Gekröses verlaufen. Der ganze Versuch glückt überhaupt nur an Thieren, deren Darmbewegung eine größere Lebhaftigkeit darbietet. Eine Reihe von Mäusen dagegen z. B., die ich im Laufe des Winters prüfte, zeigte eine solche Trägheit des Darmkanals, daß er oft nicht einmal auf örtliche Ansprüche unmittelbar nach dem Tode antwortete, geschweige denn zwei Wechselbeobachtungen gestattete.

Wir haben schon S. 489 gesehen, daß der Reiz der Luft lebhafte Wurmbewegungen des Dünndarmes des Kaninchens selbst nach der Zerstörung des Rückenmarkes erzeugt, und daß sich dann die Zusammenziehung, welche eine örtliche Anregung veranlaßt hat, auf beträchtliche Strecken fortpflanzt. Die Ursache dieser Erscheinung liegt daher nicht immer im Rückenmarke. Sie kann auch nicht mit Sicherheit, wie wir eben sahen, auf den Einfluß der Ganglienkugeln zurückgeführt werden. Die günstigeren Verhältnisse, welche die Anwesenheit eines Abschnittes des Gekröses darbietet, rühren vielleicht davon her, daß dann die Nervenfasern entfernter von ihren Endigungsstellen getrennt werden und daß die hierdurch bedingte Störung geringer ausfällt, als wenn die Verletzung unmittelbar an dem Darme selbst eingreift. Sollten Theilungen in den Stämmen der Gekrösenerven vorkommen, so wäre hierdurch ein neuer Erklärungsgrund gegeben. Dieser reichte aber allein nicht aus. Ein Abschnitt des Kaninchendarmes, der in der Luft nur örtlich antwortet, pflanzt seine Bewegungen eine Strecke weit fort, so wie man den Versuch in lauem Wasser wiederholt [2]).

Eine Thatsache, die wir am Deutlichsten an der mit quergestreiften Fasern des Hundes versehenen Speiseröhre bemerken, kann vielleicht mit mehr Erfolg benutzt werden, um

---

[1]) J. Henle, allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. 8. S. 724.

[2]) H. Arnuth, De motu rhythmico praesertim peristaltico intestinorum. Berolini 1845. 8. pag. 29.

die Annahme der Mittheilung innerhalb des oberen Knotens des herumschweifenden Nerven zu stützen. Wir haben früher gesehen, daß man kräftige Verkürzungen der Speiseröhre an einem und demselben frisch getödteten Hunde erhalten kann, man mag ein einzelnes Wurzelbündel des herumschweifenden oder der vorderen Gegend des Beinerven ansprechen. Aehnliche Wechselfälle widerholen sich sogar in verschiedenen Thieren für die Kehlkopfmuskeln und andere, von jenen Nerven abhängige Verkürzungsgebilde. Es liegt die Vermuthung nahe, daß hier vielleicht Uebertragungsverhältnisse, die in dem oberen Vagusknoten zu Stande kommen, eingreifen, besonders da häufig gleich ausgedehnte Bewegungen der Speiseröhre von den verschiedensten einzelnen Wurzelbündeln angeregt werden. Man sieht aber leicht, daß auch hier die Endgebilde (S. 669.) oder der Verlauf der Muskelfasern selbst das Ganze bedingen könnten.

Die in Betracht kommenden Verhältnisse des Herzens werden uns später beschäftigen.

Die Annahme, daß der Sympathicus oder das Gangliensystem die Ernährungseinflüsse der Nerven ausschließlich vermittelt, hat sich seit Bichat in der Arzneiwissenschaft eingebürgert. Die in neuester Zeit veröffentlichten Arbeiten vorzüglich von Volkmann [1]) und Spieß [2]) suchten die Ansicht, daß diese Rolle den sympathischen Fasern zukomme, zu unterstützen und nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft durchzuführen. Eine ausführlichere Prüfung der hierbei zu berücksichtigenden Thatsachen kann am Besten lehren, ob jene Vorstellung auf sicheren Gründen fußt oder nicht.

Betrachten wir zunächst die Blutgefäße, so werden oft die größeren Hauptstämme, vorzüglich die Schlagadern, von zahlreichen Nerven, die meist eine grauweiße Farbe besitzen und kleinere oder größere Knoten darbieten, begleitet. Die Brust- und die Bauchaorta, die Wirbelschlagader, die Verzweigungen der Carotis erhärten dieses am Deutlichsten. Man kann die Nerven am Besten verfolgen, wenn man sie in möglichst frischen Leichen, in denen sie noch ihre grauweiße Farbe bewahrt haben, an den Schlagadern, die man vorher mit rother Masse gefüllt hat, aufsucht. Die eben erwähnte Thatsache bildete einen der Hauptgründe, weshalb man den sympatischen Nerven als den Träger der Ernährungseinflüsse des Nervensystemes angesehen hat. Man darf jedoch hierbei dreierlei Umstände nicht aus den Augen lassen. 1) Treten oft genug Fasern von Cerebrospinalnerven zu benachbarten Schlagadern heran. Die früher über die Verbreitung der Hirn- und Rückenmarksnerven gelieferten Tabellen führen eine Reihe von Beispielen der Art an. 2) Gehen viele Nerven, welche die Aorta umspinnen, zu den Eingeweiden der Brust und des Unterleibes. Reizt man diese Zweige in der Nachbarschaft der Schlagadern oder in ihrem ferneren Verlaufe, so verkürzen sich die Muskelfasern des Darmes, der Blase, des Harnleiters u. dgl. Endlich 3) fällt der Nervenreichthum an den verschiedenen Körperschlagadern sehr ungleich aus. Während die kleineren Hirnschlagadern noch leicht darstellbare Nervenäste darbieten, treten diese an der Arm- oder der Schenkelschlagader weit seltener hervor.

Man kann für jetzt nur behaupten, daß Arterien, welche gewissen gangliösen Nerven nahe kommen, Begleitungszweige von diesen empfangen. Etwas Aehnliches wiederholt sich für die weißen Cerebrospinalnerven. Es treten aber hier die Verflechtungen und die gangliösen Anschwellungen in den Hintergrund. Die Nerven entziehen sich eher dem Anblicke, als in dem früheren Falle. Es kommt übrigens auch bei den gangliösen Nerven viel darauf an, wie diese verlaufen. Der Halstheil der gemeinschaftlichen Carotis liegt neben den Stämmen des herumschweifenden und des sympathischen Nerven. Wir vermissen aber hier noch die reichlichen Geflechte und Knoten, die später nach ihrer Gabelspaltung auftreten.

Die zahlreichen knotigen Schlingen und Netze der Nerven, welche viele Schlagadern umgeben, können keine allgemeine Bedeutung für die von dem Blute abhängigen Ernährungserscheinungen haben, weil sie nur bei einzelnen Schlagadern auftreten. Sie bilden eben so wenig eine nothwendige Zugabe der größeren Absonderungswerkzeuge. Denn während sie z. B. an den Verzweigungen der Nierenschlagader oder der Pfortader selbst

---

[1]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 618 fgg.

[2]) G. A. Spieß, Physiologie des Nervensystems mit besonderer Berücksichtigung pathologischer Zustände. Braunschweig 1844. 8. S. 245 fgg. Vergl. auch Wagner's Handwörterbuch. Bd. III. Abth. II. S. 212 fgg.

noch in dem Innern der Niere oder der Leber in reichlicher Menge endigen, gegen sie sich verhältnißmäßig sparsamer an den Gefäßen der Thränendrüse, der Ohrspeicheldrüse und der Brustdrüse, d. h. an Gebilden, die ihrer Lage nach den großen Ganglienmassen der Knoten des Sympathicus weiter entrückt sind. Sollte es in Zukunft gelingen, der physiologischen Bedeutung dieser räthselhaften Erscheinung näher zu treten, so wird man zweierlei Verhältnisse, die Endigung und die Nachbarschaft der Nerven, unterscheiden müssen. Diejenigen Fasern, welche sich in den Blutgefäßen nachweisen lassen, werden hier ihre eigenthümlichen Endwirkungen ausüben. Man kann sich aber auch denken, daß diejenigen Nerven, welche eine Strecke weit an den Blutgefäßen hingehen, diese nicht bloß als Verbreitungsbahnen benutzen, sondern auch einen Antheil auf die Gefäße und das Blut besitzen, während der Enderfolg ihrer Thätigkeit einem Gewebe angehört.

Die mikroskopische Untersuchung ist bis jetzt nicht im Stande gewesen, dieses Dunkel zu lichten. Behandelt man die verschiedenen Schlagadern mit Essigsäure oder Kali, so findet man ähnliche Ungleichheiten der Nervenmengen, wie sie schon das freie Auge angiebt. Viele der Primitivfasern, die in der Regel zu den schmalen oder den mittelmäßigen gehören, zeigen ihren markigen Inhalt von gewöhnlicher Beschaffenheit. Da aber die meisten in den höheren Wirbelthieren grauweiß sind, so ereignet es sich häufig, daß man nur die halbdurchsichtigen bis undurchsichtigen Scheiden bemerkt. Dieser Umstand fördert es dann, den ferneren Verlauf der Fasern zu verfolgen. Er bedingt es wahrscheinlich, daß viele von ihnen dem Anblicke von vorn herein entgehen. Man kann also streng genommen nur sagen, welche Gefäße von Nerven begleitet oder umsponnen werden, nicht aber, bei welchen keines von beiden Statt findet.

Das Mikroskop bestättigt ferner, daß einzelne scheinbare Nerven der Gefäßhäute nur an diesen vorübergehen. Man kann z. B. in dem Magengekröse großer Fische bemerken, daß eine einzelne Primitivfaser an einem größeren Gefäße eine nicht unbedeutende Strecke dahinläuft, um sich endlich in ein Nervenbündel einzusenken. Diese Nervenstränge folgen auch hier bisweilen den Gabeltheilungen der Gefäße.

Wir haben schon §. 2447 fgg. gesehen, daß sich die größeren Blutgefäße verengern können. Die Nerven üben wahrscheinlich einen gewissen Einfluß auf diese Erscheinungen aus (§. 430.). Die physiologischen Versuche, die man in dieser Hinsicht anstellt, führen aber zu weit unsicheren und unbestimmteren Ergebnissen, als die, welche man an den Nerven des Darmes, des Harnleiters, der Blase, mithin von Theilen, deren einfache Muskelfasern der Wurmbewegung fähig sind, macht. Es müssen wesentlich verschiedene Bedingungsglieder in beiden Fällen eingreifen.

Die Empfindlichkeitserscheinungen liefern ebenfalls mannigfache Abweichungen. Schnürt man die gemeinschaftliche Halsschlagader eines Hundes oder eines Kaninchens zu, so pflegt man keine Schmerzensäußerungen zu bemerken. Wiederholte ich dagegen den gleichen Versuch an der Pfortader oder der Nierenschlagader des Kaninchens, so verriethen die Zuckungen oder selbst die Stimmtöne einen nicht unbedeutenden Grad des Leidens. Wir haben eben gesehen, daß reichliche ganglióse Nervengeflechte die beiden letzteren Gefäße umstricken, während dieses für die oben bezeichnete Strecke der Carotis nicht wiederkehrt. Man kann hieraus schließen, daß die Wand der Gefäße selbst keine Nerven besitzt, welche unmittelbar oder mittelbar Schmerzen zu vermitteln im Stande sind. Da die Nerven, welche die Pfortader und die Nierenschlagader umstricken, in der Leber und der Niere selbst größtentheils endigen, so folgt zugleich, daß Nervenstämme, welche eine Drüse versorgen, an gewissen Stellen ihres Verlaufes Schmerzen zu erregen im Stande sind.

Die Haargefäße bieten noch größere Schwierigkeiten als die umfangreicheren Schlag- und Blutadern dar. Man kann zwar noch häufig Nerven an den feineren Verzweigungen der Hirnschlagader des Menschen und der Säugethiere wahrnehmen, und Henle[1] bemerkte sie im Frosche an einem Gefäße, dessen Durchmesser $^1/_{18}$ Mm. betrug. Allein hiermit sind auch die Leistungen der mikroskopischen Anatomie beendigt. Es ist nicht gelungen, Nervenfäden zu den Haargefäßen selbst zu verfolgen. Hat man eine Frosch lunge aufgeschnitten und mit Kali durchsichtiger gemacht, so schließen die Geflechte der mit Mark versehenen Nervenfasern so große Maschenräume ein, daß jede von ihnen

[1] Henle, a. a. O. S. 511.

eine bedeutende Menge der zahlreichen und durch kleine Interstitien getrennten netzförmigen Haargefäße umgiebt. Man könnte daher nur zu der Annahme seine Zuflucht nehmen, daß nicht mehr kenntliche markloſe und äußerſt feine Nervenfaſern zu den Capillaren hinübertreten oder daß die in der Regel ſchon unſichtbaren Nerven der Wände der Schlagadern und der Blutadern auf die der Haargefäße unmittelbar übergehen. Dieſe Vorausſetzung iſt aber keineswegs nothwendig. Wie andere Nervenfaſern ihre Wirkungen auf einen, wenn auch kleinen Entfernungsbezirk ausüben, ſo könnte ſich das Gleiche für die Haargefäße wiederholen.

Die phyſiologiſchen Verhältniſſe geſtalten ſich jedoch nicht ſo einfach, wie man es in den meiſten Theorieen der Krankheitslehre vorausſetzte. Es wurde ſchon §. 2445 angeführt, daß man ſich bis jetzt vergeblich bemühte, einen Durchmeſſerwechſel der Capillargefäße mit Hilfe des Magneteleſtromotors zu erzeugen. Wir haben S. 617. geſehen, daß die Haargefäße der Schwanzfloſſe der Neunaugen dieſelben Ergebniſſe lieferten. Wurde dagegen die Herzbewegung durch die elektriſchen Ströme geſtört, ſo wirkte dieſes ſogleich auf die Kreislaufsverhältniſſe der kleinſten Gefäße zurück. Man kann hieraus zunächſt vermuthen, daß der Galvanismus das Verkürzungsvermögen der Wände der Haargefäße gar nicht oder nur unter beſonders günſtigen Bedingungen anregt.

Bidder [1]) hat ſchon darauf aufmerkſam gemacht, daß er die für die Entzündungszuſtände allgemein angenommene Erweiterung der Haargefäße und ſelbſt der angrenzenden Schlag- und Blutadern mit Hilfe mikrometriſcher Meſſungen im Froſche nicht wahrnehmen konnte. Es iſt keine Frage, daß dieſe Bemerkung viel Wahres enthält. Reizte ich eine beſchränkte Stelle der in dem Einmert'ſchen Froſchhalter (Bd. I. §. 1057.) ausgeſpannten Schwimmhaut mit einem glühenden Platindrathe, einem in Salpeterſäure getauchten Glasſtifte, oder indem ich einen aufgelegten Kochſalzkryſtall nach und nach abſchmelzen ließ, und ſtellten ſich dann rothe mit Blutkörperchen dicht gefüllte Haargefäßnetze dar, ſo ſchien es auf den erſten Blick, als wenn dieſe verhältnißmäßig beträchtlich erweitert wären. Eine genauere Betrachtung lehrte aber, daß hier eine Nebenbedingung leicht täuſcht. Betrachten wir nämlich ein Haargefäß, in dem ſich das Blut in regelrechter Weiſe bewegt, ſo geben ſich die Ränder der Wandungen des Gefäßes als zwei dunkele parallele Linien zu erkennen. Es folgt dann die durchſichtige unbewegliche Schicht (Bd. I. §. 1062.), während der Hauptzug der mehr oder minder reichlichen Blutkörperchen in der Mitte dahingeht. Stockt das Blut, ſo wird das ganze Gefäß mit dicht an einander gedrängten Blutkörperchen gefüllt. Da man aber die Breite des Gefäßes nach dieſen auf den erſten Blick oder unter ſchwächeren Vergrößerungen beurtheilt, ſo hat es den Anſchein, als wenn ſich das Haargefäß beträchtlich erweitert hätte. Die Hauptſache beruht aber darauf, daß jetzt auch der Raum der unbeweglichen Schicht von dicht gedrängten Blutkörperchen eingenommen wird. Hatte ich ein Glasmikrometer in die Blendung des Oculars eingelegt und verfolgte auf dieſe Art den Durchmeſſer eines und deſſelben Gefäßes anhaltend, ſo konnte ich keinen Wechſel deſſelben mit Sicherheit bemerken. Wir dürfen hieraus ſchließen, daß er jedenfalls in den erſten Zeiten der Blutſtockung mangelt oder im günſtigſten Falle kleiner, als man es ſich vorzuſtellen pflegt, ausfällt. Der oben angeführte Grund der ſcheinbaren Erweiterung iſt übrigens ſchon von manchen früheren Schriftſtellern, z. B. von C. Emmert [2]), hervorgehoben worden. Dieſer Forſcher fand jedoch, daß ſpäter eine wahre Durchmeſſervergrößerung, welche in den kleinen Blutadern am Stärkſten, ſchwächer dagegen in den Haargefäßen ausfällt, vorkommt.

Da die Schläge des Magneteleſtromotors, welche durch die Schwanzfloſſe der Neunaugen geleitet wurden, die Nerven, welche mit den Haargefäßen möglicher Weiſe in Beziehung ſtehen, trafen, ſo erhellt hieraus, daß die galvaniſche Reizung der Nervenfaſern die Räumlichkeitsverhältniſſe der Haargefäße gar nicht oder wenigſtens nicht im Verlaufe einer Viertelſtunde verändert. Bidder [3]) prüfte auch vergebens die Verbindungs-

---

[1]) Bidder, in Henle und Pfeuffer's Zeitſchrift. Bd. IV. Heidelberg 1846. 8. Seite 364 — 367.

[2]) C. Emmert, Beiträge zur Pathologie und Therapie mit beſonderer Berückſichtigung der Chirurgie. Heft I. Bern 1842. 8. S. 75. Vgl. auch De functionibus nervorum. pag. 153.

[3]) Bidder, a. a. O. S. 362.

zweige, die sich zwischen dem Grenzstrange des sympathischen Nerven und den Stämmen des Hüftgeflechtes des Frosches hinziehen, mit einer einfachen galvanischen Kette. Diese sogenannten sympathischen Fasern verfehlten mithin ebenfalls ihre Wirkung.

Die Gefäße und die Drüsen bieten hier eine gemeinschaftliche Eigenthümlichkeit dar. Die größeren Gefäßstämme und die Hauptausführungsgänge der Drüsen enthalten platte Fasern, die anatomisch mit den einfachen Muskelfasern übereinstimmen oder wenigstens in hohem Grade an sie erinnern. Diese Gewebeelemente degradiren sich, so wie man zu den Haargefäßen und den feinsten Drüsengängen übergeht. Der physiologische Versuch konnte bis jetzt keine sichtlichen Verkürzungserscheinungen an diesen beiderlei Theilen nach Willkühr hervorrufen, während die größeren Gefäßstämme und die Hauptausführungsgänge der Drüsen keine so unübersteiglichen Hindernisse darbieten.

Der Einfluß, den die Nerven auf die allgemeinen Ernährungsverhältnisse und die Thätigkeit der absondernden Drüsen ausüben, wechselt in so hohem Grade, daß sich hier für jetzt noch keine sicheren und irgend genügende Aufschlüsse liefernden Gesetze ermitteln lassen. Man ist höchstens im Stande, einzelne auffallendere Thatsachen hervorzuheben und das Unzureichende mancher allgemein verbreiteter Vorstellungen nachzuweisen.

Hat man den Hüftnerven eines Menschen oder eines Säugethieres durchschnitten, so verschwären nach einiger Zeit nicht alle Theile des gelähmten Beines, sondern nur die, welche einem ungewöhnlichen Nebeneinflusse des Druckes ausgesetzt werden. Die Schorfe, die sich an den Lippen der Kaninchen nach Durchschneidung des dreigetheilten Nerven erzeugen, das Aufliegen am Gesäße und der Ferse, das man so häufig nach Rückenmarksverletzungen im Menschen beobachtet, lehren das Gleiche. Es verlieren mithin hier die Gewebe ihr gewöhnliches Widerstandsvermögen. Sie erhalten sich, so lange keine außerordentlichen Verhältnisse auf sie einwirken. Sie können aber diese nicht gehörig ertragen. Die Verschwärung folgt dann auf dem Fuße nach. Wird der durchschnittene Hüftnerv wieder erzeugt, so heilen auch die Geschwüre des Fußes. Ein Mann, der eine Rückenmarksverletzung erlitten, hatte zuletzt nur noch einige leichte Lähmungszeichen einzelner Aeste des Wadenbeinnerven beibehalten. Die Geschwüre, die das frühere Aufliegen erzeugte, wollten trotz aller Mittel nicht zuheilen. Der viertägige Gebrauch des Galvanismus führte hier allein zum Ziele [1]). Diese Thatsache deutet von Neuem an, wie sehr solche Entartungen von den Nerven abhängen. Da der Gebrauch der Rotationsmaschine oder des Magnetelektromotors Lähmungen nicht selten gänzlich oder für kurze Zeit beseitigt, so können wir mit Recht schließen, daß er auch die Kräfte der Nerven, welche die Verschwärungsgegend beherrschen, von Neuem herstellte.

Die heftige Augenentzündung, das Bluten des Zahnfleisches und das Ausfallen der Haare, das der Trennung des dreigetheilten Nerven nachfolgt, lehren, daß einzelne gelähmte Gewebe ohne ungewöhnliche äußere Eindrücke zu Grunde zu gehen scheinen. Man darf jedoch hierbei nicht übersehen, daß die Bindehaut und das Zahnfleisch keine so starke und schützende Oberhaut haben, daß sie auch im gesunden Zustande leichter unterliegen und daß die späteren Entartungen des inneren Auges die Gebilde, welche hinter der Regenbogenhaut liegen, verschonen, so lange nicht die übermäßige Eitermenge den Augapfel zum Bersten bringt.

Hat sich das durchschnittene Hüftgeflecht oder der getrennte Hüftnerv eines Frosches nicht wiedererzeugt, so findet man oft nach einigen Wochen, daß der gelähmte Schenkel auffallend abmagert. Seine Muskelmassen besitzen einen geringeren Umfang. Sie werden bisweilen von der Haut wie von einem zu weiten und lockeren Ueberzuge bekleidet. Man schloß hieraus, daß die gelähmten Muskeln schneller oder leichter als die Haut in ihrer Ernährung gestört werden. Man könnte aber auch diese Erscheinung aus der Unthätigkeit der Muskeln erklären. Da jedes geübte Glied erstarkt, jedes nicht geübte dagegen ermattet, so wäre die Abmagerung eine bloße Nebenfolge der Ruhe der Verkürzungsgebilde. Hatte ich wohlgenährte Frösche am Halse operirt und dann Monate lang in engen Gläsern aufbewahrt, so verwandelten sich ihre Hinterbeine in auffallend dünne Stäbe. Behandelte ich täglich Thiere, deren Hüftgeflecht getrennt war, mit dem Magnetelektromotor, so blieb dessenungeachtet die Abmagerung nicht aus. Es fragt sich aber, ob die künstlichen, nur kurze Zeit anhaltenden Starrkrämpfe die natürlichen Wechselbewegungen ersetzen konnten.

---

[1]) Romberg, bei Axmann, a. a. O. pag. 3.

Es wurde schon S. 433 fgg. angegeben, daß einzelne andere Ernährungsstörungen in den verschiedenen Individuen oder in demselben Frosche von Zeit zu Zeit wechseln. Diese Thatsachen weisen klar darauf hin, daß sie von der Lähmung der Nerven nicht ausschließlich abhängen. Sollen sie zu Stande kommen, so müssen die Ernährungszustände der Gewebe gewisse Bedingungen, die sich freilich noch nicht genauer darlegen lassen, an die Hand geben.

Man hat sich bemüht, manche Ernährungsstörungen, die einzelne Nervendurchschneidungen begleiten, aus rein mechanischen Nebenverhältnissen herzu leiten. Hierher gehört die von Traube gelieferte Erklärung der Lungenentartung, welche die Trennung des herumschweifenden Nerven nach sich zieht (§. 4391.). Volkmann[1]) suchte die Wassersucht der gelähmten Beine, welche die in Wasser aufbewahrten Frösche nach der Zerstörung des Rückenmarkes darbieten, aus der dann aufgehobenen Thätigkeit der hinteren Lymphherzen zu erklären. Es strömt mehr Wasser durch die Haut in die sogenannten Lymphräume. Da aber das Pumpwerk, welches die Flüssigkeit fortschafft, nämlich das Lymphherz still steht, so bleibt jene in größeren Mengen liegen. Berücksichtigen wir aber auch nicht, daß der Zusammenhang der Lymphräume mit dem hinteren Lymphherzen bis jetzt noch nicht anatomisch nachgewiesen worden, so spricht eine andere Thatsache gegen die Allgemeinheit dieser Auffassung. Der gelähmte Schenkel eines im Wasser gehaltenen Frosches, dessen Hüftnerv in der Mitte seines Verlaufes durchschnitten worden, schwillt häufig ebenfalls wassersüchtig auf, obgleich seine hinteren Lymphherzen ihre Thätigkeit unausgesetzt bewahren.

Die Nerven können möglicherweise auf zweierlei Wegen, nämlich mittelbar oder unmittelbar, auf die Absonderungs- und Ernährungsverhältnisse einwirken. Die Porosität der Gefäßwände und der Drüsengänge bestimmen zu einem nicht unbedeutenden Theil den Ein- und den Austritt der hier in Betracht kommenden Lösungen (Bd. I. §. 135.). Denkt man sich nun, daß die Nerven den Tonus und mit ihm die Porosität jener thierischen Röhren ändern können, so wird auch ein Wechsel des Stoffwandels die nothwendige, aber mittelbare Folge bilden. Eine zweite Annahme stützt sich auf die Aehnlichkeit der Nervenwirkung und der Elektricität. Wie diese chemische Zersetzungen auf elektrolytischem Wege bedingt, so würde dann die Nerventhätigkeit das Blut, die Ernährungsflüssigkeit und die Absonderungen unmittelbar verändern.

Es ist, wie man sieht, kaum möglich, die zweite Vorstellungsweise durch Versuche, die man an lebenden Thieren anstellt, zu erhärten, weil die hier in Betracht kommenden Flüssigkeiten in oder zwischen porösen Geweben liegen, deren mechanischer Zusammenhang durch die Nervenzerstörung gleichzeitig leiden kann. Wollte man das Nervenprincip einem elektrischen Strome gleichstellen und dessen elektrolytische Wirkungen als nothwendige Folgen betrachten, so wäre immer noch wenig gewonnen, weil dieser Umstand allein die wechselnde Verschiedenheit der Mischungen noch nicht erklären könnte. Man hat endlich noch andere Thatsachen zur Unterstützung jener Annahme benutzt. Die Milch einer Amme, die sich geärgert hat, kann in Kurzem giftige Eigenschaften für den Säugling erhalten. Da wir aber nicht wissen, ob die schädliche Wirkung von einem besonderen in der gesunden Milch fehlenden Stoffe oder von unpassenden Mengenverhältnissen der gewöhnlichen Bestandtheile herrühren, da es uns eben so wenig bekannt ist, ob die endosmotischen Verhältnisse gleichzeitig verändert sind, so kann man auch diese Erscheinung als keinen sicheren Beweis jenes Satzes ansehen. Es ist möglich, daß die Nerventhätigkeit auf die chemischen Processe des Körpers einwirkt, es ist sogar wahrscheinlich, daß sie mit einer Elektrolyse verbunden ist. Allein der sichere Nachweis der Art, wie sie wirkt, mangelt noch gänzlich.

Hält man die Aehnlichkeit mit der Kette fest, so könnte man sich sogar einen fortdauernden Ernährungseinfluß der Nerven vorstellen. Der Muskel antwortet in der Regel nur auf den Schluß oder die Oeffnung der Kette, d. h. auf das Abgleiten der Elektricitätsdichtigkeit von Null bis zu der gegebenen größten Höhe oder umgekehrt. Die chemische Zersetzung dauert dagegen während des Geschlossenseins der Kette fort. Denkt man sich nun, es wäre eine Einrichtung der Nerven vorhanden, vermöge welcher diese in den Augenblicken der scheinbaren Ruhe nicht vollkommen unthätig wären, sondern sich in einem Zustande befänden, der mit dem einer geschlossenen Kette verglichen zu werden

[1]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. II. S. 626.

zweige, die sich zwischen dem Grenzstrange des sympathischen Nerven und den Stämmen des Hüftgeflechtes des Frosches hinziehen, mit einer einfachen galvanischen Kette. Die sogenannten sympathischen Fasern verfehlten mithin ebenfalls ihre Wirkung.

Die Gefäße und die Drüsen bieten hier eine gemeinschaftliche Eigenthümlichkeit dar. Die größeren Gefäßstämme und die Hauptausführungsgänge der Drüsen enthalten glatte Fasern, die anatomisch mit den einfachen Muskelfasern übereinstimmen oder wenigstens in hohem Grade an sie erinnern. Diese Gewebeelemente degradiren sich, so wie man zu den Haargefäßen und den feinsten Drüsengängen übergeht. Der physiologische Reiz konnte bis jetzt keine sichtlichen Verkürzungserscheinungen an diesen beiderlei Theilen mit Willkühr hervorrufen, während die größeren Gefäßstämme und die Hauptausführungsgänge der Drüsen keine so unübersteiglichen Hindernisse darbieten.

Der Einfluß, den die Nerven auf die allgemeinen Ernährungsverhältnisse und die Thätigkeit der absondernden Drüsen ausüben, wechselt in so hohem Grade, daß sich hier für jetzt noch keine sicheren und irgend genügende Aufschlüsse liefernden Gesetze aufstellen lassen. Man ist höchstens im Stande, einzelne auffallendere Thatsachen hervorzuheben und das Unzureichende mancher allgemein verbreiteter Vorstellungen nachzuweisen.

Hat man den Hüftnerven eines Menschen oder eines Säugethieres durchschnitten, so verschwären nach einiger Zeit nicht alle Theile des gelähmten Beines, sondern nur die, welche einem ungewöhnlichen Nebeneinflusse des Druckes ausgesetzt werden. Die Stücke, die sich an den Lippen der Kaninchen nach Durchschneidung des dreigetheilten Nerven erzeugen, das Aufliegen am Gesäße und der Ferse, das man so häufig nach Rückenmarksverletzungen im Menschen beobachtet, lehren das Gleiche. Es verlieren nämlich die Gewebe ihr gewöhnliches Widerstandsvermögen. Sie erhalten sich, so lange die außerordentlichen Verhältnisse auf sie einwirken. Sie können aber diese nicht gehörig ertragen. Die Verschwärung folgt dann auf dem Fuße nach. Wird der durchschnittene Hüftnerv wieder erzeugt, so heilen auch die Geschwüre des Fußes. Ein Mann, der eine Rückenmarksverletzung erlitten, hatte zuletzt nur noch einige leichte Lähmungszufälle einzelner Aeste des Wadenbeinnerven beibehalten. Die Geschwüre, die das früher Aufliegen erzeugte, wollten trotz aller Mittel nicht zuheilen. Der viertägige Gebrauch des Galvanismus führte hier allein zum Ziele [1]). Diese Thatsache deutet von Neuem an, wie sehr solche Entartungen von den Nerven abhängen. Da der Gebrauch der Rotationsmaschine oder des Magnetelektromotors Lähmungen nicht selten gänzlich oder für lange Zeit beseitigt, so können wir mit Recht schließen, daß er auch die Kräfte der Nerven, welche die Verschwärungsgegend beherrschen, von Neuem herstellte.

Die heftige Augenentzündung, das Bluten des Zahnfleisches und das Ausfallen der Haare, das der Trennung des dreigetheilten Nerven nachfolgt, lehren, daß einzelne gelähmte Gewebe ohne ungewöhnliche äußere Eindrücke zu Grunde zu gehen scheinen. Man darf jedoch hierbei nicht übersehen, daß die Bindehaut und das Zahnfleisch keine so starke und schützende Oberhaut haben, daß sie auch im gesunden Zustande leichter wund liegen und daß die späteren Entartungen des inneren Auges die Gebilde, welche hinter der Regenbogenhaut liegen, verschonen, so lange nicht die übermäßige Eitermenge den Augapfel zum Bersten bringt.

Hat sich das durchschnittene Hüftgeflecht oder der getrennte Hüftnerv eines Frosches nicht wiedererzeugt, so findet man oft nach einigen Wochen, daß der gelähmte Schenkel auffallend abmagert. Seine Muskelmassen besitzen einen geringeren Umfang. Sie werden bisweilen von der Haut wie von einem zu weiten und lockeren Ueberzuge bedeckt. Man schloß hieraus, daß die gelähmten Muskeln schneller oder leichter als die Haut in ihrer Ernährung gestört werden. Man könnte aber auch diese Erscheinung aus der Unthätigkeit der Muskeln erklären. Da jedes geübte Glied erstarkt, jedes nicht geübte dagegen ermattet, so wäre die Abmagerung eine bloße Nebenfolge der Ruhe der Bewegungsgebilde. Hatte ich wohlgenährte Frösche am Halse operirt und dann Monate lang in engen Gläsern aufbewahrt, so verwandelten sich ihre Hinterbeine in auffallend dünne Stäbe. Behandelte ich täglich Thiere, deren Hüftgeflecht getrennt war, mit dem Magnetelektromotor, so blieb dessenungeachtet die Abmagerung nicht aus. Es fragt sich also, ob die künstlichen, nur kurze Zeit anhaltenden Starrkrämpfe die natürlichen Wechselbewegungen ersetzen konnten.

---

[1]) Romberg, bei Axmann, a. a. O. pag. 3.

Absonderung, die Erzeugung von Ausschwitzungen oder von Eiter ins Auge, so kommen diese Entartungen durchschnittlich häufiger nach der Verletzung empfindender oder gemischter, als nach der von reinen Bewegungsnerven vor. Sie begleiten die Unthätigkeit des Antlitznerven nicht, wohl aber die des dreigetheilten oder des Hüftnerven. Wenn bisweilen die Zunge nach der Trennung der beiden Zungenfleischnerven geschwürig wird, so rührt dieses nur davon her, daß sie häufig von den Zähnen verletzt worden.

Der Nervenreichthum der Hirnhäute, der Beinhaut, der Markhaut der Knochen deutet darauf hin, daß die hier vorhandenen Nervenfasern mit den Ernährungsverhältnissen in Beziehung stehen. Bedenken wir überdies, daß die genannten Häute eine nicht unbedeutende Menge von Blutgefäßen gleichzeitig führen, während die gefäßärmeren Sehnen, Bänder u. dgl. weniger Nerven enthalten, so kann man vermuthen, daß Blut und Nerv wenigstens im Allgemeinen so ziemlich Hand in Hand gehen. Eine andere Frage dagegen, ob jene Nervenfasern von den übrigen wesentlich abweichen und daher eine eigene Klasse von Ernährungsfasern bilden oder ob sie im Grunde genommen mit den übrigen übereinstimmen, kann für jetzt nicht beantwortet werden. Das Mikroskop entdeckt keine Eigenthümlichkeiten des Markes oder Hüllen, die nicht auch an einzelnen anderen Nervenfasern vorkämen. Wir haben auch schon früher gesehen, daß die Nerven, welche die Pfortader oder die Nierenschlagader umstricken, heftige Eindrücke mit Schmerz beantworten können. Dasselbe gilt von den Fasern, welche von dem obersten Halsknoten des sympathischen Nerven des Kaninchens nach dem Kopfe emporsteigen.

Diejenigen Forscher, welche die Ganglien als die Quellen der Ernährungsnerven betrachten, berufen sich in der Regel auf die Einflüsse, welche der Gasser'sche Knoten und der oberste Halsknoten des sympathischen Nerven auf das Auge ausüben. Magendie und Longet geben an, daß die Ernährungsstörungen des Auges ausbleiben, so wie der dreigetheilte Nerv hinter und nicht vor dem Gasser'schen Knoten durchschnitten worden. Wir haben aber S. 439. gesehen, daß dieses wahrscheinlich nicht richtig ist. Die Blutüberfüllung der Regenbogenhaut tritt in Albinokaninchen binnen Kurzem hervor, so wie man die Fasern, die zwischen dem Gasser'schen Knoten und dem Gehirn liegen, und zwar selbst nur zu einem großen Theile verletzt hat. Wollte man nun behaupten, daß sich hier der Eingriff auf den Gasser'schen Knoten überträgt und daß erst hierdurch die Ernährungsveränderungen bedingt sind, so würde man nur eine neue unbewiesene Hypothese zur Rettung einer früheren schaffen.

Trennt man die Nerven, welche an der Carotis emporsteigen, im Kaninchen, so bleiben alle irgend beträchtlichen Ernährungsstörungen aus. Das Auge des Hundes und des Pferdes dagegen leidet, so wie man die obersten Knoten oder den obersten gemeinschaftlichen Stamm des Vagus und des Sympathicus angreift. Hält man sich aber nur an die letztgenannten Thiere, so können die Ernährungsstörungen, welche hier auftreten, mit denen, welche die Verletzung des dreigetheilten Nerven erzeugt, nicht wetteifern. Die Bindehaut entzündet sich, es vermehrt sich die Schleimabsonderung, es kommt aber nicht zu jener heftigen Eiterung, zu jenen Ergüssen in der vorderen Augenkammer, zur Berstung des Augapfels, wie sie die Kaninchen und vorzüglich die Hunde und die Katzen, deren dreigetheilter Nerv durchschnitten worden, dargeboten haben. Die Aeste des sympathischen Grenzstranges wirken hier weit schwächer, als die eines mit einem Knoten versehenen Cerebrospinalnerven. Dieser Unterschied spricht freilich nur gegen die Vorstellung, welche die Ernährungsquelle im Sympathicus selbst, nicht aber gegen die, welche sie in den Knoten überhaupt sucht. Bedenken wir aber, daß die Aeste, welche von den obersten Theilen des Vagus, und des Sympathicus emporsteigen, weit nachdrücklicher und schneller auf die Bewegungen der Regenbogenhaut, als auf die Ernährung dieser Membran oder der anderen Theile des Auges wirken (S. 422.), so wird man zugeben, daß jene Thatsachen nicht beweisen, daß die Ganglien vorzugsweise nur Ernährungsnerven aussenden. Unsere völlige Unkenntniß der Einzelwirkung der Ganglienkugeln nöthigt uns vielmehr, jedes Urtheil in dieser Beziehung vorläufig aufzugeben und die Entscheidung dieses Theiles der Frage einer einsichtsvolleren Zukunft anheimzustellen.

Da die meisten Nerven der oben erwähnten Häute zu den schmalen bis mittelfeinen gehören, so hat man hieraus vorzüglich in neuerer Zeit geschlossen, daß sie dem sympathischen Nervensysteme angehören. Wir haben schon S. 603 fgg. gesehen, daß diese Voraussetzung anatomisch nicht gerechtfertigt ist. Manche der an den Gefäßen des Magengekröses dahingehenden Nerven, die wahrscheinlich aus dem Vagus stammen, unterscheiden

ſich auf keine ſichtliche Weiſe von den Nervenfaſern des gleichen Hirnnerven, welche die Empfindungseindrücke der Zunge vermitteln. Allein auch phyſiologiſch fehlen bis jetzt alle ſicheren Beweiſe für jene Auffaſſung.

Eine Reihe von Fäden verbinden den Grenzſtrang des ſympathiſchen Nerven mit den einzelnen Stämmen des Hüftgeflechtes. Unterſucht man dieſe Gebilde mikroſkopiſch, ſo findet man, daß die meiſten Primitivfaſern, wie Bidder und Volkmann'ſchen angegeben haben, in peripherischer Richtung in die Stämme des Hüftgeflechtes einſtrahlen. Diese Thatſache beweiſt noch nicht mit Sicherheit, daß ſie aus dem Grenzſtrange entſpringen und in den genannten Cerebroſpinalnerven peripheriſch verlaufen. Da wir die Fäſern nur eine kurze Strecke überblicken können, ſo wäre das Umgekehrte eben ſo gut möglich. Manche freilich ſeltene Anſchauungen ſprechen ſogar für dieſe Auffaſſung [1]).

Balther glaubte in der That gefunden zu haben, daß die Durchſchneidung jener Verbindungsfäden einen nachtheiligen Einfluß auf die Haargefäße und den Kreislauf in Schwimmhaut ausübt (S. 432.). Die Beobachtungen von Bidder [2]) ſtellen dieſes jedoch in Abrede. Volkmann [3]) bemühte ſich, zu beweiſen, daß dieſe Verbindungsſtränge, gleich den übrigen ſympathiſchen Faſern dieſes Forſchers, keine Empfindung vermitteln und daher einer eigenthümlichen Thätigkeitsrichtung ausſchließlich vorſtehen. Trennt man nämlich die Stämme des Hüftgeflechtes oberhalb jener Verbindungsäſte, ſo iſt es nicht mehr möglich, Reflexbewegungen durch die Reizung der Haut des entſprechenden Hinterbeines hervorzurufen. Dieſe Thatſache ſetzt voraus, daß die Primitivfaſern, welche in jenen Verbindungsſträngen enthalten ſind, aus den Stämmen des Hüftgeflechtes nicht ſtammen und zur Haut und den Muskeln des Hinterbeines verlaufen. Wir haben eben geſehen, daß der erſtere Annahme anatomiſch bezweifelt zu werden vermag. Man kann aber auch einen Gegengrund von phyſiologiſcher Seite geltend machen. Es iſt nur nämlich mehrere Male gelungen, lebhafte Bewegungen des unterſten Theiles des Maſtdarmes durch die mechaniſche Reizung einzelner jener Verbindungsſtränge hervorzurufen.

Faſſen wir das Geſagte zuſammen, ſo ſehen wir, daß man für jetzt auf dieſem dunkeln Gebiete nur zurückweiſend zu verfahren vermag. Man kann die Gründe, die für die ausſchließlichen Ernährungseinflüſſe des Sympathicus oder der Ganglien bisher geltend gemacht wurden, bekämpfen. Poſitivere, unzweifelhaft beweiſende Thatſachen, ſicherere, uns Einzelne leitende Vorſtellungen ſind für jetzt unmöglich. Die zukünftige Forſchung hat hier noch Alles zu leiſten.

4622 Keine der bis jetzt bekannten Erſcheinungen nöthigt zu der Annahme, daß der Sympathicus oder die Ganglien überhaupt ein in phyſiologiſcher Beziehung vollkommen ſelbſtſtändiges, von dem Gehirn und dem Rückenmarke völlig unabhängiges Nervenſyſtem bilden. Viele Erfahrungen deuten vielmehr darauf hin, daß alle Theile, die von Zweigen der Nervenknoten verſorgt werden, von dem Gehirn und Rückenmarke aus beſtimmt werden können. Der einzige Punkt, welcher für eine eigene Thätigkeit der Nervenknoten zu ſprechen ſcheint, iſt die Fortdauer der rhythmiſchen Bewegung des ausgeſchnittenen Blutgefäßherzens. Allein ſelbſt dieſe Thatſache iſt noch einer anderen Deutung fähig. Man weiß überdies mit Beſtimmtheit, daß auch der Schlag des Herzens vom Gehirn und Rückenmark aus nach gewiſſen jetzt ſchon anzugebenden Regeln verändert werden kann.

Hat man das ganze centrale Nervenſyſtem eines Froſches zerſtört oder nur das verlängerte Mark, um das Leben länger zu erhalten, unverſehrt gelaſſen, ſo ſinkt allmälig die Empfänglichkeit der Cerebroſpinalnerven und der quer geſtreiften Muskelfaſern des Rumpfes und der Glieder. Der Herzſchlag, die Möglichkeit der Verdauung, die Abſonderung des Harnes und wahrſcheinlich auch die des Schleimes und der Galle dauern un-

[1]) Repertorium. Bd. VIII. S. 125.
[2]) Bidder, a. a. O. S. 356 fgg.
[3]) Volkmann, a. a. O. S. 602.

ter diesen Verhältnissen fort. Man schloß hieraus, daß das von Gehirn und Rückenmark unabhängige sympathische Nervensystem diese Ernährungsthätigkeiten beherrscht. Prüft man aber die Erscheinungen genauer, so ergiebt sich, daß diese Anschauungsweise durch jene Thatsachen nicht begründet wird.

Da das Herz fortschlägt, so wird auch die Blutmasse in den mit porösen Wänden versehenen Gefäßen fortgetrieben. Es muß daher ein Stoffwechsel schon als physikalische Nothwendigkeit eingeleitet werden. Die Fortdauer der Absonderungen überhaupt verräth noch keine besondere Thätigkeit oder Unthätigkeit von Nervengebilden. Spritzt man frisches Blut in die Eingeweideschlagader eines eben getödteten Hundes, so tritt eine Flüssigkeit, welche die Eigenschaften des Magensaftes besitzt, an der Oberfläche der Magenschleimhaut hervor.

Es ist bis jetzt noch nicht dargethan worden, ob und wie sich die Menge oder die Beschaffenheit der Absonderungen nach der Zerstörung des centralen Nervensystems des Frosches ändert. Ziehen wir die Krankheitsverhältnisse des Menschen zu Rathe, so kann man vermuthen, daß sich allerdings hier Unterschiede verrathen, daß also eher eine Abhängigkeit von dem Gehirn und dem Rückenmarke zum Vorschein kommen werde. Mag aber das Ergebniß ausfallen, wie es wolle, so kann es jedenfalls keinen sicheren Bescheid für die uns hier beschäftigende Frage liefern. Gesetzt, man bemerkte keine Abweichungen und es ließe sich sogar nachweisen, daß dieses von den Nerven herrührte, so dürfte man nicht vergessen, daß alle peripherischen Nerven ihre Eigenschaften eine Zeit lang bewahren, wenn sie auch selbst oder ihre Centralwerkzeuge verletzt worden und daß die Dauer dieser Krafterhaltung von ihrem Baue, ihrem Verhältnisse zu dem Kreislaufe, ihrer Lage und den Beziehungen, in denen sie zu ihren peripherischen Werkzeugen stehen, abhängt. Fänden sich Abweichungen, so könnten diese von den Unregelmäßigkeiten des Kreislaufes, der veränderten Porosität, der Trägheit der Bewegungswerkzeuge, den Störungen der Athmung und Blutbereitung herrühren.

Hat man das Rückenmark eines Frosches zermalmt, das Gehirn dagegen unversehrt gelassen, so findet man, daß die Kräfte der Cerebrospinalnerven und der ihnen entsprechenden quergestreiften Muskeln beträchtlich abnehmen, während das Blutgefäßherz ruhig fortschlägt. Wir werden bald sehen, daß diese Thatsache für die Unabhängigkeit der Herzganglien nicht genügen kann. Der Unterschied rührt viel mehr von der Abhängigkeit des Herzens von dem herumschweifenden Nerven und dem verlängerten Marke her. Hat man dieses zugleich zerstört, so bemerkt man häufig nach 2 bis 3 Tagen, daß das Herz nicht mehr klopft, ja selbst auf äußere Reize nicht mehr antwortet, während die Hinterbeine noch ziemlich kräftige Ausschläge zu liefern im Stande sind.

Man kann im Frosche mit Sicherheit nicht entscheiden, ob sich die Empfänglichkeit der einfachen Muskelfasern trotz der Zerstörung des Gehirns und des Rückenmarkes vollkommen unversehrt erhält. Hat man das letztere allein verletzt und ist dann die Reizbarkeit der Muskeln der Hinterbeine auf eine sehr niedere Stufe herabgesunken, so antwortet zwar noch oft der Darm deutlich und in der gewohnten trägen Weise, wie es in gesunden Fröschen ebenfalls häufig vorkommt. Gesetzt aber die Verletzung der Centraltheile des Nervensystems ließe selbst die Thätigkeit der einfachen Fasern unberührt, so würde hieraus nur folgen, daß diese Verkürzungsgebilde ihre passende Molecularbeschaffenheit länger bewahren oder daß ein geringerer Grad von Störung derselben einflußloser bliebe. Das Gleiche zeigt sich ja häufig genug nach dem Tode und zwar selbst an den vom Gekröse losgeschnittenen Darmstücken, an denen also das Mikroskop bis jetzt keine Ganglienkugeln nachweisen konnte. Wollte man aber selbst der hier geprüften Anschauungsweise zu Liebe zugeben, daß die Ganglien und deren Aeste jene größere Fähigkeit der einfachen Muskelfasern begünstigten, so folgte hieraus noch nicht der Hauptsatz, daß das sympathische Nervensystem vom Gehirn und Rückenmark unabhängig sei.

Geht die Verdauung regelmäßig vor sich, so müssen die Speisereste von dem Magen nach dem After geschoben werden. Dieser regelrechte Fortschritt ist noch in Thieren, deren Gehirn und Rückenmark entfernt werden, möglich. Wir haben also hier eine Kettenreihe von Bewegungen, die unabhängig von dem centralen Nervensysteme eingeleitet wird, die mithin, schloß man, von dem selbstständigen Gangliensystem abhängt. So richtig der erste Theil dieses Satzes auch ist, so wenig kann der zweite gerechtfertigt werden. Es frägt sich nämlich, ob hier ein Einfluß der außerhalb des Nahrungskanales gelegenen Nerven überhaupt nöthig ist. Nimmt man aber auch einen solchen an, so könn-

ten die Ganglienkugeln die Bewegungen theilweise bestimmen, ohne daß sie deshalb die Unterabtheilungen von Nervenfasern oder vollkommen unabhängige Nervencentra zu bilden brauchen.

Hans Bidder [1], das Rückenmark des Frosches zerstört, so bemerkte er häufig mehrere Stunden später, daß eine bedeutende Menge von Urin die Harnblase ausdehnte. Er glaubte dieses aus der Verschiedenheit der Nerven erklären zu können. Die Harnblase erhalte breite animale Fasern, die nach der Zerstörung der Centraltheile des Nervensystems gelähmt würden. Sie verlieren daher die Fähigkeit, den Harn in die Cloake überzutreiben. Der Sphinkter der Blase dagegen bleibe geschlossen, weil er wahrscheinlich von den in den Blasennerven enthaltenen feinen sympathischen Fasern versorgt werde. Die anatomischen und die physiologischen Verhältnisse treten jedoch dieser Anschauungsweise entgegen. Die Nervenzweige, die man in der zweikammerigen Harnblase des Frosches darstellen kann, gehören zu einem großen Theile nicht zu den schmalen, sogenannten sympathischen. Untersucht man ein Präparat, welches die eine Seitenhälfte der Harnblase mit dem zu ihm gehörenden Gekröse enthält, so sieht man, daß die vielen mittelbreiten Nerven zahlreiche Ganglienkugeln neben sich haben. Bedenken wir überdies, daß die Harnblase des Frosches nicht ein unbedeutendes Verkürzungsvermögen besitzt, daß sie sich nur durch die Retraction des Druckes der Bauchpresse nicht vollständig zu entleeren pflegt [2], so dürfte die Lähmung der Bauchmuskeln, welche die Zerstörung des centralen Nervensystems begleitet, zur Anhäufung des Harnes in der Blase nicht wenig beitragen.

Dieser Umstand erklärt jedoch die oben erwähnte Thatsache in keiner vollkommen genügenden Weise. Man kann mit Recht vermuthen, daß der Sphinkter der Harnblase anhaltend geschlossen bleibt, weil sonst die Flüssigkeit in die Cloake und von da nach außen fließen würde. Die Ursache, weshalb dieses geschieht, ist noch völlig unbekannt. Wir haben schon Bd. I. §. 1572 gesehen, daß wahrscheinlich erst die quergestreiften Muskelfasern den Anstoß geben, weshalb der mit einfachen Fasern versehene Schließer der Harnblase einige Augenblicke später geöffnet wird. Die mit quergestreiften Fasern versehenen Muskeln der Cloake und des Afters (Compressor cloacae und Sphincter ani externus) des Frosches unternehmen vermuthlich eine ähnliche Rolle. Die Veränderung ihres Zustandes, der Uebergang aus einem Verhältnisse mittleren Tonus in Erschlaffung würde die Oeffnung des Blasenausganges nach sich ziehen.

Wäre man selbst ohne deutlichen Nachweis annehmen, daß der beharrliche Verschluß der Harnblase von den Ganglienkugeln der Blasennerven herrühre, so läge hierin ein Zeugniß für die Abhängigkeit von dem centralen Nervensysteme. Denn enthirnte Frösche, die zu Reflexbewegungen erregt werden, können gleichzeitig Urin entleeren, ohne daß man eine Zusammenziehung der Bauchmuskeln bemerkt [3]. Frösche dagegen, deren Rückenmark man ausgerottet hat, scheinen von selbst und ohne zufälligen Nebenreiz nicht zu harnen.

Volkmann [4] glaubte einen entscheidenden Beweis der Unabhängigkeit des Gangliensystems in dem verschiedenen Verhalten des Blutgefäßherzens und der Lymphherzen des Frosches gefunden zu haben. Diese hängen von gewissen Stellen des Rückenmarkes ab. Die Zerstörung derselben beseitigt die Thätigkeit der Lymphherzen nach kurzer Zeit. Das Blutgefäßherz dagegen klopft lange nach der Entfernung des Gehirns und des Rückenmarkes fort. Die Schläge erhalten sich noch an dem ausgeschnittenen Herzen. Dieses hat mithin sein unabhängiges Nervencentrum für sich, während die Thätigkeit der Lymphherzen mit der des Rückenmarkes zu Grunde geht. Wir haben schon S. 473 gesehen, daß die die Lymphherzen betreffende Angabe nicht vollkommen richtig ist. Diese Gebilde können noch Stunden und selbst Tage lang fortklopfen, wenn man die entsprechenden Theile des Rückenmarkes zerstört hat. Die Art ihrer Zusammenziehung weicht nur von der regelrechten Verkürzungsweise ab. Die genauere Betrachtung der Thätigkeit der verschiedenen Herzen und der periodischen Bewegungen überhaupt

---

[1]) Bidder, in Müller's Archiv. 1844. Seite 373.
[2]) J. Markusen, De ranarum cloaca et vesica urinaria. Dorpati 1848. 4 p. 18.
[3]) Bidder, a. a. O. S. 375.
[4]) Volkmann, Ebendaselbst. S. 424 u. in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. II Seite 618.

wird uns am Besten lehren, in welchen Schranken das Blutgefäßherz bevorzugt und ob hieraus ein Schluß auf die Unabhängigkeit des Ganglienſyſtems geſtattet iſt.

Das Blutgefäßherz und die Lymphherzen des Froſches enthalten quergeſtreifte Faſern. Allein die Netzbalken der Vorkammern zeigen eine Eigenthümlichkeit, die mir ſonſt an keinem quergeſtreiften Muskel dieſes Thieres begegnet iſt. Die Faſern laufen ſonſt parallel neben einander. Die Vorkammern dagegen theilen ſich bisweilen gabelig. Die Spaltungsäſte legen ſich an andere Faſern an, ſo daß hierdurch ein wahres Faſernetz erzeugt wird. Es kann ſich daher die Thätigkeit einer fortlaufenden Faſer über einen größeren Querbezirk als ſonſt ausdehnen. Sollte überdies noch eine Mittheilung von einem Faſerbruchſtücke auf das andere Statt finden, ſo müßte hierdurch die Breite der Geſammtzuſammenziehung gewinnen.

Da einzelne Faſern der einen Vorkammer oder der einen Kammer auf die andere in den höheren Wirbelthieren übertreten, ſo liegt ſchon hierin eine Andeutung, weshalb ſich beide Vorkammern oder beide Kammern gleichzeitig zuſammenziehen. Der Wechſel der Verkürzung der Atrien und der Ventrikel hat aber vermuthlich ſeinen anatomiſchen Grund darin, daß die Muskelfaſermaſſen der beiden Abtheilungen unter ſich geſchieden ſind und daß nur die Gegend der Querfurche des Herzens den gemeinſchaftlichen Anſatzbezirk für die meiſten Faſerzüge bildet. Eine Eigenthümlichkeit der Nervenverhältniſſe, auf die wir ſogleich zurückkommen werden, vervollſtändigt noch dieſe Einrichtung.

Der herumſchweifende und der ſympathiſche Nerv verſehen das Herz des Menſchen und der Säugethiere gemeinſchaftlich und zwar jeder von ihnen mit verhältnißmäßig zahlreichen Zweigen. Wie aber der Vagus die Sorge für den Magen und einen Theil des übrigen Nahrungskanales der Fiſche vorzugsweiſe zu übernehmen pflegt, ſo ſcheint ſchon etwas Aehnliches für das Herz des Froſches wiederzukehren. Man kann zahlreiche Vagusfaſern in den Vorkammern dieſes Thieres nachweiſen. Die Fäden des ſympathiſchen Nerven ſind jedenfalls in ſehr geringer Zahl vorhanden [1]). Stärkere vom Grenzſtrange hinübertretende Aeſte ſind bis jetzt nicht nachgewieſen worden [2]). Es erklärt ſich hieraus, weshalb es noch nicht glückte, einen unzweifelhaften Einfluß des Sympathicus auf das Froſchherz zu entdecken, während der des herumſchweifenden Nerven mit Leichtigkeit dargethan werden kann.

Die Faſermaſſen des rechten und des linken herumſchweifenden Nerven, welche mit den Blutadern zu den Vorhöfen des Froſchherzens verlaufen, vereinigen ſich in der Scheidewand des Atrium durch eine ſtarke wechſelſeitige Anaſtomoſe. Zahlreiche Ganglienkugeln haften hier und früher an den Bündeln dieſer Nerven. Sie ſind jedoch immer an beiden Seiten zerſtreut und verbinden ſich nie zu einer mittleren gemeinſchaftlichen Ganglienmaſſe [3]), die man als ein beſonderes im Herzen ſelbſt gelegenes nervöſes Centralwerkzeug anſprechen könnte.

Die Nervenbündel und die Ganglienkugeln der Vorhöfe können an jedem Froſchherzen bald dargeſtellt werden. Die Kammer dagegen ſpottet häufig allen Bemühungen. Daſſelbe wiederholt ſich für die Säugethiere. Sucht man hier in der Muskelmaſſe ſelbſt, ſo findet man höchſtens einzelne Faſern oder Faſerbündel. Geſonderte Faſern, die dicht unter der Innenhaut bogig verlaufen, kommen nicht ſelten in größeren Säugethierherzen zum Vorſchein. Ganglienkugeln konnten an ihnen bis jetzt nicht bemerkt werden.

Die Grundbedingung der Thätigkeit der verſchiedenartigen Herzen beſteht darin, daß ſich die ihnen angehörenden Muskelmaſſen eine Zeit lang zuſammenziehen, dann in eine Ruhepauſe verfallen, ſich hierauf wiederum verkürzen u. ſ. f. Die abwechſelnde Wirkung kehrt auch in anderen quergeſtreiften Faſern der Wirbelthiere bisweilen wieder. Das Zittern der Muskeln eines enthäuteten Froſches, des bloßgelegten Zwerchfelles eines getödteten Säugethieres unterſcheidet ſich nur dadurch, daß die Zeiten der Thätigkeit und der Ruhe kürzer auszufallen und vielleicht in höherem Grade zu ſchwanken pflegen.

Es läßt ſich in vielen Fällen deutlich nachweiſen, daß das Zittern nicht von den Muskelfaſern ſelbſt urſprünglich ausgeht, ſondern von dem Einfluſſe des Nervenſyſtems herrührt. Hatte ich z. B. einen eben enthaupteten Froſch raſch enthäutet, ſo zitterten die Muskeln des Vorderarmes die längſte Zeit auf das Lebhafteſte. Trennte ich

[1]) C. Ludwig, in Müller's Archiv. 1848. S. 139.
[2]) Schiff, in Griesinger's Sechswochenſchrift. Bd. VIII. Stuttgart 1849. 8. S. 471.
[3]) Ludwig, a. a. O. S. 140.

dann den Armnerven mit einem scharfen Scheerenschnitte, so hörten die Muskelbewegungen plötzlich auf und kehrten später nicht wieder. Die ungehemmte Verbindung mit dem centralen Nervensysteme ist aber keineswegs nothwendig. Das Zwerchfell des Kaninchens zittert bisweilen noch lange fort, nachdem die beiden Zwerchfellnerven an beliebigen Punkten durchschnitten worden. Galvanische Froschpräparate zeigen nicht selten das Gleiche. Wir haben endlich sogar schon S. 653 gesehen, daß es in günstigen Fällen von der Richtung der eingeleiteten elektrischen Ströme, die auf den Nerven allein wirken, abhängt, ob das Zittern nur während der Dauer des Geschlossenseins der Kette auftritt oder auch beim Oeffnen derselben zum Vorschein kommt.

Fassen wir Alles zusammen, so ergiebt sich 1) daß die quergestreiften Muskelfasern der verschiedensten Körpertheile die Fähigkeit besitzen, eine Reihe rhythmischer Bewegungen, einen anhaltenden Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung darzubieten. 2) Man kann oft nachweisen, daß die Erscheinung von einer gewissen Stimmung der Nerven abhängt. 3) Ist diese vorhanden, so reichen die Primitivfasern allein zu dem erwähnten Einflusse aus. Das Zittern kehrt an Gebilden, deren Nerven keine Spur von Ganglienkugeln darbieten, wieder.

Kehren wir nun zu dem Blutgefäßherzen zurück, so können wir mit Recht schließen, daß auch hier die Ganglienkugeln die allgemeine Erscheinung des Wechsels der Thätigkeit und der Ruhe nicht bedingen. Die Lymphherzen beweisen das Gleiche in noch schärferer Weise. So oft ich die ausgeschnittenen hinteren Lymphherzen der Frösche unter das Mikroskop brachte, so wenig konnte ich je eine einzige Ganglienkugel in ihnen auffinden. Ich sah dagegen häufig genug feine und mitteldicke gewöhnliche Nervenfasern bündelweise dahinstreichen und sich hin und wieder geflechtartig vereinigen. Eben so habe ich ein aus seinem Nerventhorax entferntes Lymphherz eines frischen 8½ Fuß langen Python tigris mikroskopisch durchsucht und sogar einzelne seiner Nervenbündel zerfasert, ohne je auf eine Anhäufung von Ganglienkugeln gestoßen zu sein. Die Lymphherzen des Frosches klopfen beträchtlich geachtet Stunden lang nach der Zerstörung des Rückenmarks oder nach der Entfernung aller Theile, die vor dem Schwanzbeine liegen, fort. Wir können schon hieraus vermuthen, daß die Herznerven, so weit sie sich bei der uns hier beschäftigenden Frage betheiligen, eine Molecularbeschaffenheit oder eine Stimmung darbieten, welche auch an anderen Centralspinalnerven wiederkehren kann und der Beihilfe der Ganglien an und für sich nicht bedarf.

Es kommt häufig vor, daß ein ausgeschnittenes Froschherz von selbst fortschlägt, wie es auf irgend eine Weise zur ersten Pulsation angeregt worden. Diese Erscheinung hängt ebenfalls nicht nothwendig von der Wirkung der Ganglienkugeln ab. Die Lymphherzen zeigen vollkommen das Gleiche. Hat man alle vor dem Schwanzbeine liegenden Theile hinweggeschnitten und haben dann die hinteren Lymphherzen zu schlagen aufgehört, so kann sie oft eine einzige mechanische Reizung zu einer lange fortgesetzten Reihe von Schlägen anregen. Der sichere Entscheid, ob ein Lymphherz noch von selbst klopft oder nicht, wird sogar oft durch diesen Umstand erschwert. Denn schon die bloße Verleitung, es in passendes Licht zu bringen, und die hiermit gelegentlich verknüpfte mechanische Zerrung kann die Bewegungen, die still gestanden, von Neuem hervorrufen. Wir haben übrigens schon früher gesehen, daß die Muskeln der Hinterbeine des Frosches, die vorher ruhten, nach der einmaligen vorübergehenden Reizung ihres Bewegungsnerven in anhaltendes Zittern verfallen können. Die Bewegung des Zwerchfellnerven des Kaninchens führt nicht selten zu ähnlichen Erfahrungen.

Eine andere Eigenthümlichkeit besteht darin, daß das einmal klopfende Blutgefäßherz manche Anregungen, denen es sonst gehorcht, nicht mehr beantwortet. Ich hatte z. B. ein Froschherz, das von selbst nicht schlug, ausgeschnitten. Legte ich die Leitungsdrähte einer schwachen Zink-Kohlenkette an den oberen Rand der Vorhöfe und die Querfurche des Herzens, so erhielt ich im Anfange eine Pulsation bei dem Schlusse und eine bei dem Oeffnen der Kette. Alle Theile ruhten dagegen während des Geschlossenseins und der Oeffnung der galvanischen Vorrichtung. Mochte der positive Pol an dem oberen Vorhofrande oder an der Querfurche liegen, so blieb das eben erwähnte Hauptergebniß das gleiche. Hatte ich dagegen die Versuche eine Zeit lang fortgesetzt, so klopfte das Herz von selbst fort. Es fehlte nun aber auch jeder sichtliche Einfluß der Schließung und der Oeffnung der Kette. Die Zahl der Pulsschläge schien sich nur im Anfange während des Geschlossenseins zu vergrößern.

Die Versuche, die man über den Einfluß des Nervensystems auf das Herz anste

führen nicht selten zu ähnlichen Erscheinungen. Hat sich die Empfänglichkeit des Nerven bis zu einem gewissen Grade vermindert, so ändern selbst elektrische Reize, die den herumschweifenden oder den sympathischen Nerven oder das verlängerte Mark treffen, den Herzschlag gar nicht mehr oder wenigstens in keinem mit Sicherheit nachweisbaren Grade.

Das zitternde Zwerchfell zeigt bisweilen etwas Aehnliches. Die Trennung des Zwerchfellnerven hebt es nicht immer auf. Elektrisirt man diesen Nervenstamm, so daß sich die Muskelmasse des Zwerchfelles stärker zusammenzieht, so kann später das Zittern wiederkehren oder ausbleiben.

Obgleich viele andere Muskeln einen anhaltenden Wechsel von Verkürzung und Erschlaffung darbieten, so zeichnet sich doch das Herz durch die Regelmäßigkeit und die Dauer dieser Thätigkeitsweise aus. Die rhythmischen Schläge gehören bei ihm zur Norm, während sie nur unter gewissen ungewöhnlichen Nebenverhältnissen in den willkührlichen Körpermuskeln auftreten.

Die Lymphherzen stimmen noch am Meisten mit dem Blutgefäßherzen überein. Dieses besitzt aber auch ihnen gegenüber manche Vorzüge, die, wenn nicht in dem Wesen, doch in der Art und der Dauer der Verkürzung begründet sind.

Die Frage, ob die ausgeschnittenen hinteren Lymphherzen des Frosches fortschlagen, kann mit dem freien Auge mit Sicherheit nicht entschieden werden, weil dann die leisesten Regungen des zusammengefallenen Säckchens unkenntlich bleiben und das Zittern benachbarter, mit weggenommener Muskelmassen zu Täuschungen zu führen vermag. Die mikroskopische Beobachtung führt dagegen zu befriedigenderen Ergebnissen. Die umgebenden starken Muskelfasern unterscheiden sich hier so bestimmt von dem halbdurchsichtigen Lymphherzen, daß jeder Verdacht einer Irrung beseitigt wird. Hatte ich das lebhaft klopfende Lymphherz eines etwa eine Viertelstunde vorher enthaupteten Frosches mit einer kleinen Kniescheere vorsichtig ausgeschnitten und brachte es schnell unter das Mikroskop, so glückte es mir in einem Falle, das fortgesetzte Klopfen sehr deutlich zu beobachten. Das Säckchen des Lymphherzens zog sich lebhaft und schnell zu oft wiederholten Malen zusammen, während die benachbarten Muskelfasern vollkommen ruhten. Das Bild, welches die Schläge des Lymphherzens darboten, erinnerte an die Zusammenziehungen des Rückengefäßes der Insekten oder des noch die einfache Schlauchform darbietenden Herzens des Hühnerembryo. Die Pulsationen hielten aber nur 1 bis 2 Minuten an, während die Schläge des ausgeschnittenen Blutgefäßherzens weit länger dauern.

Hat man den hintersten Theil des Rückenmarkes zerstört, so klopfen zwar noch die hinteren Lymphherzen Stunden lang fort. Sie ziehen sich aber nicht mehr im Ganzen zusammen, sondern verfallen in zwei oder mehrere hinter einander liegende Abtheilungen, die sich nach einander verkürzen (S. 473.). Sie erscheinen zugleich in größeren Fröschen wie zusammengefallen oder wenigstens minder prall, als früher, gefüllt. Die Vorkammern und die Kammern des ausgeschnittenen Blutgefäßherzens dagegen klopfen ungetheilt. Es muß daher eine gewisse Bedingung, welche das Rückenmark für die hinteren Lymphherzen darbietet, in dem Blutgefäßherzen selbst liegen.

Tief greifende Verletzungen beliebiger Stellen des Rückenmarkes oder des verlängerten Markes ändern häufig genug die Schläge des Blutgefäßherzens und der Lymphherzen. Jenes steht nicht selten für mehrere Minuten still, wenn man die großen Gefäße oder die Vagusstämme des Frosches, mithin die Bahnen der Herznerven überhaupt durchschnitten hat. Die Lymphherzen können ähnliche Erscheinungen, wie wir sogleich sehen werden, darbieten. Sie sind aber in dieser Hinsicht empfindlicher. Sie ruhen häufig länger und bleiben sogar bisweilen für immer unthätig, während sich das Blutgefäßherz durchschnittlich eher erholt. Jene unterliegen sogar manches Mal Eingriffen, die sie unmittelbar nicht berühren, so wie irgend ungünstigere Nebenbedingungen hinzukommen. Die beiden hinteren Lymphherzen eines mit Aether betäubten und mit Zurücklassung des Unterkiefers enthaupteten Frosches, dessen unteres Eileiterstück Eier enthielt, klopften noch lebhaft und im Ganzen fort, nachdem ich die zwischen dem Schwanz- und dem linken Darmbeine befindlichen Muskelmassen entfernt, das Hüftgeflecht hier bloßgelegt und den Leisten- und den Schenkelast desselben (16. 17. Fig. 348, S. 454.) durchschnitten hatte. Trennte ich dagegen den linken Hüftast (18. Fig. 348.), so standen beide Herzen augenblicklich und für immer still. Mechanische Reize konnten keinen selbst nur unter der Lupe kenntlichen Schlag hervorrufen.

dann den Armnerven mit einem scharfen Scheerenschnitte, so hörten die Muskelbewegungen plötzlich auf und kehrten später nicht wieder. Die ungehemmte Verbindung mit dem centralen Nervensysteme ist aber keineswegs nothwendig. Das Zwerchfell des Kaninchens zittert bisweilen noch lange fort, nachdem die beiden Zwerchfellnerven an beliebigen Stellen durchschnitten worden. Galvanische Froschpräparate zeigen nicht selten das Gleiche. Wir haben endlich sogar schon S. 653 gesehen, daß es in günstigen Fällen von der Art der eingeleiteten elektrischen Ströme, die auf den Nerven allein wirken, abhängt, ob das Zittern nur während der Dauer des Geschlossenseins der Kette auftritt oder auch nach dem Oeffnen derselben zum Vorschein kommt.

Fassen wir Alles zusammen, so ergiebt sich 1) daß die quergestreiften Muskeln der verschiedensten Körpertheile die Fähigkeit besitzen, eine Reihe rhythmischer Bewegungen einen anhaltenden Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung darzubieten. 2) Man kann oft nachweisen, daß die Erscheinung von einer gewissen Stimmung der Nerven abhängt. 3) Ist diese vorhanden, so reichen die Primitivfasern allein zu dem erwähnten Einflusse aus. Das Zittern kehrt an Gebilden, deren Nerven keine Spur von Ganglienkugeln darbieten, wieder.

Kehren wir nun zu dem Blutgefäßherzen zurück, so können wir mit Recht sagen, daß auch hier die Ganglienkugeln die allgemeine Erscheinung des Wechsels der Thätigkeit und der Ruhe nicht bedingen. Die Lymphherzen beweisen das Gleiche in noch höherer Weise. So oft ich die ausgeschnittenen hinteren Lymphherzen der Frösche unter das Mikroskop brachte, so wenig konnte ich je eine einzige Ganglienkugel in ihnen auffinden. Zahlreich dagegen häufig genug feine und mitteldicke gewöhnliche Nervenfasern bündelweise verlaufend und sich hin und wieder geflechtartig vereinigen. Eben so habe ich ein aus seinem benthorar entferntes Lymphherz eines frischen 8½ Fuß langen Phyton tigris mikroskopisch durchsucht und sogar einzelne seiner Nervenbündel zerfasert, ohne je auf eine Anhäufung von Ganglienkugeln gestoßen zu sein. Die Lymphherzen des Frosches klopfen viele Stunden lang nach der Zerstörung des Rückenmarks oder nach der Entfernung aller Theile, die vor dem Schwanzbeine liegen, fort. Wir können schon hieraus vermuthen, daß die Herznerven, so weit sie sich bei der uns hier beschäftigenden Frage betheiligen, eine Molecularbeschaffenheit oder eine Stimmung darbieten, welche auch an anderen Centralspinalnerven wiederkehren kann und der Beihilfe der Ganglien an und für sich nicht bedarf.

Es kommt häufig vor, daß ein ausgeschnittenes Froschherz von selbst fortschlägt, wie es auf irgend eine Weise zur ersten Pulsation angeregt worden. Diese Erscheinung hängt ebenfalls nicht nothwendig von der Wirkung der Ganglienkugeln ab. Die Lymphherzen zeigen vollkommen das Gleiche. Hat man alle vor dem Schwanzbeine liegenden Theile hinweggeschnitten und haben dann die hinteren Lymphherzen zu schlagen aufgehört, so kann sie oft eine einzige mechanische Reizung zu einer lange fortgesetzten Reihe von Schlägen anregen. Der sichere Entscheid, ob ein Lymphherz noch von selbst schlägt oder nicht, wird sogar oft durch diesen Umstand erschwert. Denn schon die bloße Bereitung, es in passendes Licht zu bringen, und die hiermit gelegentlich verknüpfte mechanische Zerrung kann die Bewegungen, die still gestanden, von Neuem hervorrufen. Wir haben übrigens schon früher gesehen, daß die Muskeln der Hinterbeine des Frosches, die vorher ruhten, nach der einmaligen vorübergehenden Reizung ihres Bewegungsnerven in anhaltendes Zittern verfallen können. Die Bewegung des Zwerchfellnerven des Kaninchens führt nicht selten zu ähnlichen Erfahrungen.

Eine andere Eigenthümlichkeit besteht darin, daß das einmal klopfende Blutgefäßherz manche Anregungen, denen es sonst gehorcht, nicht mehr beantwortet. Ich hatte z. B. ein Froschherz, das von selbst nicht schlug, ausgeschnitten. Legte ich die Leitung einer schwachen Zink-Kohlenkette an den oberen Rand der Vorhöfe und die Ohren des Herzens, so erhielt ich im Anfange eine Pulsation bei dem Schlusse und dem Oeffnen der Kette. Alle Theile ruhten dagegen während des Geschlossenseins der Oeffnung der galvanischen Vorrichtung. Mochte der positive Pol an dem Vorhofrande oder an der Querfurche liegen, so blieb das eben erwähnte Hauptresultat das gleiche. Hatte ich dagegen die Versuche eine Zeit lang fortgesetzt, so klopfte das Herz von selbst fort. Es fehlte nun aber auch jeder sichtliche Einfluß der Schließung und der Oeffnung der Kette. Die Zahl der Pulsschläge schien sich nur im Anfange während des Geschlossenseins zu vergrößern.

Die Versuche, die man über den Einfluß des Nervensystems auf das Herz

sich dieses bestättigen, so könnte man hierin einen Fingerzeig suchen, weshalb die Systole der Vorhöfe der der Kammern vorangeht.

Die Vorzüge, welche das Blutgefäßherz darbietet, könnten möglicher Weise von der Anordnung der Muskelfasern, den im Herzen enthaltenen Nervengebilden oder beiden zugleich herrühren. Wir wollen nun sehen, welche Thatsachen für oder gegen diese einzelnen Vorstellungen sprechen.

Es ist keine Frage, daß Nervenverletzungen der verschiedensten Art den Herzschlag beeinträchtigen oder aufheben, ohne daß die Muskelmassen selbst irgend wie angegriffen werden. Lassen wir auch die später zu betrachtenden Einflüsse des centralen Nervensystems, des herumschweifenden und des sympathischen Nerven bei Seite, so kann man sich in Fröschen, die in der Gefangenschaft überwintert haben, am Leichtesten überzeugen, welchen Einfluß die Nerven in dieser Hinsicht ausüben. Hat man hier das Thier selbst vor dem verlängerten Marke enthauptet, das Herz bloßgelegt und so lange gewartet, bis die Schläge desselben eine gewisse Lebhaftigkeit erlangt haben, so kann man es oft sogleich zum Stillstande zwingen, so wie man es, ohne es selbst zu berühren, an den großen Gefäßen ausschneidet. Es beginnt oft erst nach mehreren Minuten von Neuem zu klopfen. Die Haupterscheinung bleibt sich gleich, das Herz mag viel oder wenig Blut führen, es mag in der Luft oder unter kaltem Wasser aufbewahrt werden. Es kann daher die Trennung aller Herznerven den Herzschlag für einige Zeit unmöglich machen. Der Eingriff scheint deshalb so nachtheilig zu wirken, weil die Nerven in unmittelbarer Nähe des Herzens verletzt werden.

Wir haben S. 683. gesehen, daß die größte Menge der Ganglienkugeln in den Vorhöfen und vorzüglich in der Scheidewand derselben im Frosche angetroffen wird. Schneidet man die Vorkammern los und spannt sie mit Nadeln unter Wasser aus, so findet sich nach R. Wagner [1]) eine beschränkte Stelle, die am Längsten oder von vornherein allein schlägt. Sie entspricht immer dem Aste des herumschweifenden Nerven, an dem die meisten Ganglienkugeln vorkommen. Man könnte hieraus schließen, daß diese die Dauer der Bewegung um so kräftiger unterhalten, je reichlicher sie vorkommen. Es muß jedoch bemerkt werden, daß sich die Verhältnisse häufig genug anders gestalten. Wiederholte ich den erwähnten Versuch im Frühjahre, so ereignete es sich, daß nur die äußere Abtheilung der Wand der linken Kammer, nachdem ich das Ganze unter Wasser ausgespannt, klopfte. Hatte ich die rechte Vorkammer aufgeschnitten, so änderte sich hierdurch der Schlag der linken nicht im Geringsten. Da die pulsirende Stelle nicht bis zur Scheidewand reichte, so konnte man mit der Lupe deutlich sehen, daß das dünne Septum völlig ruhig blieb. Dieses müßte sich aber am Längsten zusammenziehen, wenn die Menge der angelagerten Ganglienkugeln allein entschiede.

Kölliker [2]) und ich [3]) bemerkten gleichzeitig, daß die Gegend der Querfurche des Froschherzens einen besonderen Einfluß auf die periodischen Bewegungen desselben ausübt. Ich sah die zu diesem Schlusse führenden Erscheinungen in neugeborenen Katzen und in jungen Kaninchen ebenfalls wiederkehren.

Trennt man die Kammer eines ausgeschnittenen Froschherzens an einer beliebigen Stelle der Quere nach vollständig durch, so sieht man, daß der Theil, welcher die Herzspitze enthält, seine Schläge auf der Stelle oder nach wenigen Augenblicken einstellt. Der andere Abschnitt dagegen, der mit den Vorkammern zusammenhängt, setzt seine Pulsationen ruhig fort. Seine Verkürzung folgt, wie gewöhnlich, der der Vorkammern nach. Hat man ihn selbst bis auf einen schmalen Muskelring verkleinert, so ändert sich hierdurch das Wesen der Sache nicht. Schneidet man dagegen ein Herz ohne Weiteres an der Querfurche selbst durch, so ruht die Kammer, während die Vorhöfe in der Regel fortklopfen.

Verfolgte ich die Verhältnisse genauer, so fand ich, daß sich die Erscheinungen etwas anders gestalten, als sich nach diesen ersten Versuchen erwarten ließe. Ich hatte das Herz eines Frosches, dessen unteres Eileiterstück mit Eiern gefüllt war, so ausgeschnitten, daß noch kurze Strecken der großen Gefäße haften blieben. Ich trennte dann die Vorhöfe dicht an ihrem Anfange an der Querfurche mit einer feinen Kniescheere vorsich-

[1]) R. Wagner, in seinem Handwörterbuch. Bd. III. Abth. 1. S. 461.
[2]) A. Kölliker, Die Selbstständigkeit etc. S. 36.
[3]) Erste Auflage dieses Werkes. Bd. II. S. 767. 68.

tig lief, hütete mich aber vor jeder Verletzung der Kammer. War diese von den Vorhöfen abgeschnitten, so klopfte sie dessenungeachtet ruhig und ziemlich kräftig fort. Lag sie auf dem Tische, so machte sie 20 bis 24 Schläge in der Minute. Die Zusammenziehung schritt von der Querfurche nach der Spitze hin weiter und die Endspitze wurde in passender Lage in die Höhe gehoben. Hing ich den Ventrikel an einer an seinem obersten Theile eingestochenen Staarnadel frei auf, so klopfte er noch 16 bis 20 Mal in der Minute. Man konnte vorzüglich an dem Querfurchentheile der Kammer selbst bemerken, daß er sich zuerst leise zusammenzog, ehe die Hauptverkürzung des Ganzen zu Stande kam. Hatte ich die selbstständigen Pulsationen der losgeschnittenen Kammer 20 Minuten lang beobachtet, so schnitt ich den obersten der Querfurche benachbarten Kammertheil durch. Der Schlag hörte augenblicklich auf. Reizte ich dann die Kammer auf mechanischem Wege, so verkürzte sie sich immer nur ein Mal.

Ich wiederholte den gleichen Versuch an einem männlichen Frosche, der sich zwei Tage vorher begattet hatte. Die losgeschnittene Kammer klopfte auch hier sehr kräftig, aber nur 8 bis 9 Mal in der Minute. Die Vorkammern blieben in beiden Fällen ruhig und konnten selbst durch mechanische Eingriffe nicht angeregt werden. Man würde jedoch irren, wenn man hieraus schließen wollte, daß die Trennung der an die Querfurche arenzenden Vorhofstheile den Schlag der Vorkammern nothwendiger Weise aufhebt. Man kann das Gegentheil hiervon an anderen Fröschen bemerken.

Der Theil der Kammer, der unmittelbar an die Querfurche grenzt, verräth häufig ein gewisses Vorrecht vor den übrigen Abschnitten des Ventrikels. Befand sich das Herz von Frühlingsfröschen auf der niedersten Stufe der Empfänglichkeit, so konnte ich häufig bemerken, daß sich nur der an die Querfurche arenzende Theil der Kammer zusammenzog. War die Gegend der Herzspitze mit der Pincette gedrückt oder der Länge nach durchschnitten worden, so trat diese theilweise Kammersystole als Regel hervor. Ich hatte endlich ein Froschherz, in dem nur eine beschränkte Stelle der einen Seitenhälfte der Vorkammern sichtlich klopfte. Betrachtete ich es unter der Lupe, so sah ich, wie sich nur der ihm benachbarte Querfurchentheil der Kammer im nächsten Augenblicke zusammenzog. Alle übrigen Theile des Ventrikels dagegen boten keine Verkürzung dar.

Die meisten Muskelfasern der Kammer setzen sich an die Querfurche an. Diese ist es auch, die zunächst durch die Systole des Vorhofes gleichsam aufgerüttelt wird. Man kann sich hieraus erklären, weshalb sich die ersten Thätigkeitsspuren der Kammer auf die Querfurchengegend beschränken. Es ist jedoch schwerer einzusehen, weshalb die periodischen, selbstständigen Schläge nach ihrer Verletzung aufhören. Da der losgeschnittene Spitzentheil des Herzens eine einfache Reizung mit mehreren Schlägen unter günstigen Verhältnissen beantwortet, so folgt, daß die Möglichkeit der periodischen Wiederkehr der Zusammenziehung durch die Entfernung der Anfangsstücke der Muskelfasern nicht beeinträchtigt wird. Es muß jedoch in ihnen oder in ihren Nachbargeweben ein Grund liegen, weshalb die rhythmische Bewegung bei ihrer Anwesenheit begünstigt wird.

Sticht man einen beliebigen Punkt der Oberfläche der ruhenden Herzkammer an, so beginnt die Antwort mit einem Schlage der Vorkammer, der dann eine Zusammenziehung des Ventrikels nachfolgt. Es kann sogar vorkommen, daß sich die Vorhöfe allein sichtlich verkürzen. Ich hatte das Herz eines großen lebhaften männlichen Frühlingsfrosches eine Viertelstunde nach der Enthauptung ausgeschnitten. Es ruhte in den ersten Minuten gänzlich. Stach ich die Kammer und zwar in ihre Herzspitzenhälfte, so zog sich zuerst der Vorhofstheil, der neben der Aorta liegt, und dann die Gesammtmasse der Atrien zusammen. Der Ventrikel dagegen, dessen Außentheile ich mit einer Lupe beobachtete, blieb völlig ruhig. Dieser Versuch gelang drei Mal hinter einander. Es blieben die Gruben, welche die drei Einstiche veranlaßt hatten, zurück. Wäre man sicher, daß sich die Fasern der empfindlicheren Innenseite der Kammer gar nicht verkürzten, so könnte man diese Erscheinung nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen kaum anders als durch Nervenleitung erklären. Man müßte aber dann annehmen, daß die Zuleitung von der Kammer aus leichter, als die Verkürzung des Ventrikels zu Stande kommt.

Volkmann [1]) hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß beschränkte Längsschnitte, die von der Spitze des Frosch- oder Fischherzens nach der Querfurche hin geführt werden, die Herzbewegung nicht stören, so lange ihre Ausdehnung eine gewisse Grenze nicht

[1]) Volkmann, a. a. O. S. 616.

überschreitet. Haben sie aber eine bestimmte Länge erreicht, so klopfen beide Hälften in ungleichem Rhythmus oder eine oder beide stehen still, obgleich sie für örtliche Reize in der ersten Zeit empfänalich bleiben. Man kann sich von diesen Thatsachen sogar an der isolirten Kammer des Froschherzens unter geeigneten Verhältnissen bald überzeugen. Ich hatte z. B. das Herz eines lebhaften Frühlingsfrosches ungefähr eine halbe Stunde nach der Enthauptung ausgeschnitten und die Vorkammern dicht an der Querfurche losgetrennt. Schnitt ich nun die Kammer eine kurze Strecke weit von der Spitze nach der Querfurche zu gänzlich durch, so schien die Zusammenziehung des Ventrikels nicht wesentlich zu leiden. Ging ich weiter bis über die Mitte der Länge hinaus, so klopften zwar noch beide Hälften, aber nicht mehr gleichzeitig, sondern abwechselnd, so daß gewissermaaßen Vor- und Nachschlaa, wie sonst zwischen den Vorhöfen und der Kammer auftraten. Trennte ich hierauf nur die eine Wand der Kammer bis zur Querfurche, während die andere unverfehrt blieb, so schlug der Theil, dessen Querfurchenabschnitt unverletzt geblieben, von selbst fort, während der andere ruhte. Verletzte ich endlich noch jenen selbst, so hörten die selbstständigen Schläge bald auf, die beiden Hälften verloren ihre Empfänglichkeit in sehr kurzer Zeit, allein die eine merklich früher, als die andere. Verfolgte ich diese Versuche in anderen Froschherzen, so gab sich der Vorzug, dessen sich die der Querfurche nahe gelegenen Theile des Ventrikels erfreuen, in mehrfacher Hinsicht kund. Hat man nämlich den Spitzentheil der Kammer bis zu einer gewissen Strecke der Länge nach halbirt, so sieht man, daß sich dieser nicht mehr zusammenzieht, während die der Querfurche nahe gelegene Abtheilung fortschlägt. Diese zieht bisweilen das Spitzenstück passiv nach sich; es läßt es in anderen Fällen, in denen es mit weniger Kraft arbeitet, in Ruhe. Jener Umstand täuscht auch häufig bei kürzeren Längsschnitten, weil man die passive Bewegung für eine selbstständige mit unbewaffnetem Auge zu halten geneigt ist. Der der Querfurche näher gelegene Theil der Kammer schlägt auch in der Regel länger, als das getheilte Spitzenstück. Klopft es nicht mehr von selbst, so behält es seine Empfänglichkeit für mechanische Reize längere Zeit zurück.

Hatte ich die Kammern des Herzens eines Frühlingsfrosches sorgfältig losgelöst und halbirte die vordere und die hintere Wand derselben von der Querfurche aus in der Richtung der Herzspitze zu, so schlug das ganze Herz ruhig fort. Die beiden Hälften der der Querfurche angehörenden Abtheilung des Spitzenstücks zogen sich gleichzeitig zusammen und gehorchten demselben Rhythmus. Machte ich nun aber einen dritten ähnlichen Längsschnitt an dem linken äußeren Winkel der Kammer, so stand die Bewegung der ganzen Kammer, deren Spitzentheil immer noch unverletzt geblieben, plötzlich still. Kein mechanischer Reiz konnte eine vollständige Zusammenziehung mehr hervorrufen. Ein zweiter Versuch der Art führte zu dem gleichen Ergebnisse, nur daß hier die Verlängerung des Längsschnittes der vorderen und der hinteren Wand der Kammer den Stillstand des ganzen Ventrikels zur Folge hatte.

Fassen wir das eben Mitgetheilte zusammen, so ergiebt sich, daß sich die Vorkammern der bedeutendsten Vorzüge erfreuen, daß dann der der Querfurche nahe gelegene Theil der Kammer des Froschherzens nachfolgt und daß endlich der Spitzentheil die größte Abhängigkeit darbietet. Da das Querfurchenstück der Kammer seine günstigeren Bedingungen auch nach der Entfernung der Vorhöfe bewahrt, so ergiebt sich von selbst, daß jene nicht von den zahlreichen Ganglienmassen, die sich in den Seitenwänden und der Scheidewand der Vorhöfe finden, unmittelbar unterhalten werden. Wir haben aber schon früher gesehen, daß der rhythmische Schlag überhaupt die Beihilfe der Ganglienkugeln nicht nothwendig hat, wie die Lymphherzen am Deutlichsten lehren. Da nun bis jetzt keine Anhäufungen von Nervenkörpern in dem Querfurchenstücke des Froschherzens nachgewiesen worden, so ist man vorläufig nicht berechtigt, die eigenthümlichen Folgen der Theilung des Querfurchenabschnittes von Centralganglien, die hier vorkommen müßten, herzuleiten. Man kann aber auch freilich die näheren Ursachen jener Erscheinungen mit Sicherheit nicht angeben.

Wir haben schon §. 2246. gesehen, daß die Innenfläche des Herzens eine größere Empfänglichkeit, als die Außenfläche besitzt. Die Reizversuche, die ich mit dem Magnetelektromotor an einer mit Aether betäubten Haselmaus anstellte, bestättigten dieses in auffallender Weise. Ich hatte die Vorkammern von den Kammern losgeschnitten. Diese klopften nicht mehr von selbst. Legte man die dünnen Leitungsdräthe an die Außenfläche der Ventrikel, so blieb Alles in Ruhe. Wurden sie dagegen an die Innenfläche

oder einer an die innere und der zweite an die äußere Oberfläche gebracht, so folgte ein Schlag einer jedesmaligen Reizung nach. Diese Beobachtung konnte drei Mal hintereinander mit dem gleichen Erfolge wiederholt werden. Regte ich dagegen die Außenfläche allein in der Zwischenzeit an, so blieb Alles still. Die rechte Kammer eines Hundes lieferte die gleichen Ergebnisse. Sie zog sich nur zusammen, wenn man die Dränle durch einen an der Querfurche angebrachten Einschnitt an die Innenfläche, nicht aber, wenn man sie an einen beliebigen Punkt der Außenfläche anlegte.

Läßt man Luft, Blut oder eine andere passende Flüssigkeit in die Hohlräume des ruhenden Herzens einströmen, so beleben sich hierdurch die Schläge von Neuem. Kaltes Wasser dagegen stört hier leicht durch die Nebenwirkungen, welche die niedere Temperatur erzeugt. Es lähmt sogar oft den noch thätigen Herzschlag einzelner Säugethiere z. B der Katze. Ein Herz, das eine mäßige oder eine geringe Menge Blutes enthält, liefert im Allgemeinen günstigere Bedingungen als ein blutentleertes. Dieses ruht nach Schließung im luftverdünntem Raume, während jenes unter den gleichen Verhältnissen noch schlägt. Legt eine halbfeste Blutmasse an einer Stelle der Kammerwand an, so bildet sie bisweilen den Ausgangspunkt einer neuen Verkürzung. Ich sah dieses z. B. am Deutlichsten in dem Herzen einer Henne, die vor ungefähr 3 Stunden gestorben war. Die linke Kammer schlug nicht mehr. Die rechte dagegen zog sich zwar nach der Spitze der rechten Vorkammer zusammen. Allein die Verkürzung begann an einer der unteren Spitze nahe gelegenen Stelle, an der ein Blutgerinnsel durchschimmerte und schritt von da nach der Gegend der Querfurche hin fort. Schnitt ich die vordere Kammerwand unten ein und entfernte die Blutmasse, so hörten die Schläge des Ventrikels sogleich auf.

Das Blut wirkt hierbei nicht durch gewisse verborgene Eigenschaften, welche die Empfänglichkeit unterhalten, sondern durch den auf die Innenfläche der Kammer ausgeübten Reiz, der eine Verkürzung zur unmittelbaren Folge hat. Hat man ein Kaninchen durch einen Schlag auf den Kopf oder einen Hund durch Erhenken, durch eine Einspritzung von Kreosot in das Blut, durch Strychnin oder durch Blausäure getödtet, so findet man häufig, daß die vom Blut strotzende rechte Herzhälfte ruht und durch einen auf ihre Außenfläche angebrachten Reiz zur Thätigkeit angeregt wird. Entleert man aber Blut aus dem unteren Theile der Drosselvene, so folgen die Schläge auf der Stelle nach. Sie verstärken sich, wenn sie schon früher nur schwach dahinschlichen [1]).

Das ausgeschnittene Herz steht in dem möglichst luftverdünnten Raum still. Läßt man frische Atmosphäre hinzu, so beginnen seine Schläge von Neuem [2]). Diese erhalten sich dagegen in einer Luftmasse, die nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{6}$ der Spannung der Atmosphäre darbietet (§. 2231.). Das lebende Herz befindet sich freilich in einem von der Luft abgeschlossenen Raume. Allein das Blut führt immer Gase, welche so in absorbirtem Zustande zur inneren Oberfläche des Herzens gelangen. Die Lähmung des Herzens, die wir häufig nach der Vergiftung durch Gase oder aufgelöste Körper bemerken, kann zum Theil nur durch die Berührung des Blutes und der Wände der Herzhöhlen erklärt werden.

Obgleich die beiden Vorkammern und die beiden Kammern gleichzeitig zu schlagen pflegen, so trennen sich doch gleichsam diese Gebilde, so wie das Leben abstirbt. Wir sehen häufig genug, daß nur die beiden Vorhöfe und die rechte Kammer oder nur diese und die rechte Vorkammer oder nur die letztere allein ihre Pulsationen fortsetzen. Es ist bis jetzt nicht gelungen, diese Scheidung durch Verletzung der Nervenstämme, die zu dem Herzen verlaufen, oder der ihnen entsprechenden Centraltheile künstlich herbeizuführen. Wir können daher vermuthen, daß der Grund derselben in dem Herzen selbst liegt.

Wir haben §. 2269. gesehen, daß sich für jetzt nicht angeben läßt, ob sich die quergestreiften Muskelfasern nur unter dem Einflusse der ihnen entsprechenden Nerven zusammenziehen oder nicht. Eine ähnliche Unbestimmtheit kehrt auch für das Herz wieder. Berücksichtigen wir aber die eben dargestellten Thatsachen, so können wir mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, daß der Herzschlag keine sogenannte Reizbarkeitsbewegung ist, d. h. daß er nicht bloß von den Muskelfasern abhängt, sondern daß die Nerven eine wesentliche Stelle übernehmen. Denn 1) haben wir gesehen, daß es gewisse Nervenver-

[1]) J. Reid, Physiological etc. Researches p. 51 fgg.
[2]) Fr. Tiedemann, in Müller's Archiv. 1847. p. 490 — 96.

hältnisse sind, welche die abwechselnden Verkürzungen und Erschlaffungen anderer quergestreiften Muskelmassen bedingen. 2) Läßt sich der Einfluß, den die Verletzungen der Querfurchengegend auf die Muskelmassen des Spitzentheils der Kammer ausüben, das frühere Absterben der einen Herzhälfte vor der anderen, während beide durch Querfasern verbunden sind, die Anregung der Vorkammerverkürzung von der Kammer aus, die ruhig bleibt, kaum anders als durch Vermittelung der Nervengewebe begreiflich machen.

Die Vorstellung dagegen, daß diese Erscheinungen von einem in dem Herzen selbst enthaltenen gangliösen Centralwerkzeuge herrühren, wird weder nothwendiger Weise gefodert, noch durch den Thatbestand selbst begründet. Die Anatomie streitet wider die Voraussetzung, daß ein einziges Centralganglion im Herzen vorhanden ist. Wir finden vielmehr zerstreute, zum Theil paarige Anhäufungen von Ganglienkugeln. Die Erfolge, welche die verschiedenartigen künstlichen Theilungen der Vorhöfe und der Kammern nach sich ziehen, lehren deutlich, daß es nicht eine einzelne beschränkte Stelle des Herzens giebt, von der aus die Gesammtbewegungen geleitet werden. Die Querfurchengegend der Kammer des Froschherzens hat bis jetzt keine Anhäufungen von Ganglienkugeln dargeboten. Es muß dagegen unentschieden bleiben, von welchen Theilen der Nervengebilde der entschiedene Rhythmus und die längere Dauer des Schlages des ausgeschnittenen Herzens abhängen.

Wollte man auch hypothetisch zugeben, daß dieser Vorzug von den Ganglienkugeln herrührt, so würde dieses noch nicht für die Selbstständigkeit des Gangliensystems, viel weniger des Sympathicus zeugen. Der letztere betheiligt sich fast gar nicht an den Herzbewegungen des Frosches. Der cerebrospinale herumschweifende Nerv übernimmt hier die Hauptrolle. Die Abhängigkeit des Herzens von dem centralen Nervensysteme tritt überdies auf jedem Schritte, den man auf diesem Gebiete macht, entgegen.

Der Wechsel des Herzschlages, den heftige Gemüthsbewegungen nach sich ziehen, die von Legallois bemerkte Thatsache, daß das Herz der Säugethiere nicht selten plötzlich still steht, so wie man einen beliebigen Theil des Rückenmarkes möglich schnell zerstört hat, bilden zu verwickelte Erscheinungen, als daß man sie als unmittelbare Beweise der Abhängigkeit des Herzens von einzelnen Centraltheilen betrachten könnte. Dasselbe gilt von den Erfahrungen, welche Magendie [1]) mit seinem Cardiometer gewonnen hat. Drückt man die vordere Wurzel der Lendennerven des Hundes zusammen, so steigt die Quecksilbersäule des in die Carotis eingeführten Manometers, kehrt aber bald zu ihrem früheren Stande zurück. Wiederholt man den Versuch an einer hinteren Wurzel, so steht die Säule im ersten Augenblicke still oder sinkt sogar. Sie hebt sich aber später beträchtlicher, als in dem vorigen Falle und erhält sich auf dieser Höhe für längere Zeit.

Die Wirkungen der Zerstörung des verlängerten Markes oder der Trennung der einzelnen Nerven liefern entscheidendere Thatsachen. Hatte Schiff [2]) die Lungen von Fröschen ausgeschnitten oder den Kehlkopf zugenäht und verklebt, so lebten die Thiere im Durchschnitt 5 bis 6 Tage. Löste er nur den Unterkiefer anderer Frösche los, um die Kehlathmung unmöglich zu machen, so erhielt sich das Leben noch länger. Hatte er dagegen das verlängerte Mark zerstört, so setzte sich der Herzschlag oft nur 5 Stunden, höchstens aber 2 Tage fort. Da nun kein Grund vorliegt, weshalb die Zerstörung des verlängerten Markes die Hautausdünstung unterdrücken sollte, so ergiebt sich, daß sie die Dauer des Herzschlages unmittelbar und nicht etwa deshalb verkürzt, weil die Athmungsthätigkeit der Lungen aufgehoben worden. Leitet man die künstliche Athmung in Säugethieren ein, so erhält sich der Herzschlag länger, wenn das verlängerte Mark unversehrt, als wenn es zerstört ist.

Hatte Schiff [3]) die Wurzeln der beiden herumschweifenden Nerven (9 Fig. 348. S. 454.), der ersten Rückenmarksnerven (10 Fig. 348.) und der Armnerven (11 Fig. 348.) in Fröschen durchschnitten, so erhielt sich der Herzschlag im günstigsten Falle 78 Stunden. Zerstörte er alle hinter dem verlängerten Marke liegenden Ursprungsstellen der Nerven oder nahm

[1]) Magendie, in den Comptes rendus. Tome XXV. Paris 1847. 4. p. 875 — 879. und 926 — 28.

[2]) Schiff, in Griesinger's Vierteljahrsschrift. Bd. VIII. Stuttgart 1849. 8. Seite 445 fgg.

[3]) Schiff, a. a. O. S. 473 fgg.

[illegible] die [illegible] des verlängerten Markes und die beiden ersten Ganglien [illegible] des Sympathicus fort, so verlängerte sich jener Termin auf 80 bis 81 [illegible] Schnitt er das centrale Nervensystem dicht hinter dem Ursprunge des drei[illegible] entfernte alle hinter der Verletzungsstelle befindlichen Theile [illegible] so hörte die Athmung vollständig auf. Der Kreislauf [illegible] 55 Stunden lang. Die bloße Trennung der beiden Vagi wird [illegible] Hatte aber Schiff die beiden dreigetheilten Nerven (5 Fig. 34[illegible]) [illegible] und den ersten Rückenmarksnerven getrennt, so stand das [illegible] Stunden still. Ein Versuch ergab 17 Stunden als [illegible] die ersten Rückenmarksnerven unversehrt, so verlängerte sich [illegible] bis 55 Stunden.

[illegible] daß der Kreislauf und der selbstständige Herzschlag der Frösche [illegible] Grunde geht, so wie man die Wurzeln des dreigetheilten, des [illegible] Nerven und des ersten Rückenmarksnerven beiderseits getrennt hat [illegible] Nervenbahnen unversehrt, so erhält sich der Herzschlag mehr [illegible] hätten also hier ein ähnliches Verhältniß, wie an der Speiseröhre [illegible] erst nach der Durchschneidung beider herumschweifenden Ner[illegible] hinwegfallen.

[illegible] welche Schiff [1]) an 9 Raben beständig erhielt, be[illegible] Hatte er die beiden herumschweifenden Nerven am Halse durchschnit[illegible] den Armnerven liegenden Ganglien bloßgelegt, so dauerte der Herzschlag [illegible] Die Thiere liefen umher und verriethen ihre Athemnoth durch das öftere Auf[illegible] des Schnabels. Wurden dann jene Armnerven ausgerissen, so fanden sich Zu[illegible] Der Herzschlag verstärkte sich in den ersten Secunden, wurde aber bald [illegible] Kurzem gänzlich auf. Andere Vögel zeigten diese Erscheinun[illegible]

Es wurde schon S. 4[illegible] angeführt, daß einzelne, den Einflüssen des Magnet[illegible] Theile des centralen Nervensystems das Herz zum Stillstand [illegible] andere dagegen diesen Einfluß nicht ausüben oder die Thätigkeit des Herzens [illegible] Wir haben hierbei gesehen, daß hintere Theile des Rückenmarkes [illegible] auf die [illegible] Fasern des Darmes nicht mehr wirken, [illegible] Das Rückenmark des Frosches scheint sich in dieser Hinsicht [illegible] während der obere Theil desselben in den Säugethieren der [illegible] Alle bis jetzt von mir geprüften Wirbelthiere, Hund, [illegible] Sorex araneus), Taube, Frosch, Quappe (Gadus Lota [illegible] Tinca chrysites) zeigten übereinstimmend, daß das [illegible] Mark das Herz am Leichtesten zur Ruhe zwingt.

Man kann sich durch vergleichende Versuche an Säugethieren überzeugen, daß der [illegible] des verlängerten Markes vor Allem von den herumschweifenden Nerven herrührt, während der obere Theil des Rückenmarkes den Herzschlag von Neuem belebt. Sind jene beiden Nerven durchschnitten, so erzeugt die Reizung des verlängerten Markes keinen Stillstand. Sie bleibt entweder wirkungslos oder führt in günstigeren Fällen zu einer Beschleunigung der Herzzusammenziehung. Ich hatte z. B. die beiden herumschweifenden Nerven eines lebenden Kaninchens ausgerissen. Das Thier starb bald darauf an Zuckungen. Wurde die künstliche Athmung eingeleitet, so erhielt sich der Herzschlag lange trotz der Trennung der Vagi. Es klopfte aber häufig nur die rechte Vorkammer, während die Kammer ruhig blieb. Setzte man dann das verlängerte Mark oder die Gegend der beiden obersten Knoten des Grenzstranges des Brusttheiles des Sympathicus dem Einflusse des Magnetelektromotors aus, so nahm auch die Kammer an dem Herzschlage Theil. Dieser Versuch konnte mindestens 10 Mal mit dem gleichen Erfolge wiederholt werden. Galvanisirte man beide herumschweifende Nerven oder nur den rechten Halsstamm, so ruhten die Vorkammer und Kammer, wenn sie beide klopften oder es stand jene allein still, wenn sie unmittelbar vorher ausschließlich thätig war. Hörte die Reizung auf, so begann die Pulsation augenblicklich von Neuem. Dieser Versuch wurde 5 Mal mit demselben Erfolge wiederholt. Legte ich die Drähte an die Querfurche des Herzens, so bewegten sich die Vorkammern und die Kammern äußerst lebhaft. Kehrte ich zum rechten Vagus zurück, so fand sich der frühere

[1]) Schiff, a. a. O. S. 486.

Stillstand augenblicklich ein. Dieser Wechselfall gelang ebenfalls mehrere Male. Setzte ich endlich wieder die Dräthe in das verlängerte Mark, so lieferten drei hinter einander gemachte Beobachtungen das gleiche eigenthümliche Ergebniß. Es schlugen nämlich nur die Vorkammern, so lange die Ströme durchgingen, beschleunigt fort. Die rechte Kammer, die indeß völlig ruhig geblieben war, zog sich in demselben Augenblicke, in dem die Dräthe fortgenommen wurden, lebhaft zusammen.

Die Längstheilung des verlängerten Markes hebt den Einfluß desselben nicht nothwendiger Weise auf. Ich hatte den linken Halsstamm des herumschweifenden Nerven eines lebenden Hundes zu anderen Zwecken durchschnitten. Das Thier wurde ungefähr eine halbe Stunde später durch Verblutung getödtet und das verlängerte Mark bloßgelegt. Sprach ich es mit den Dräthen des Magnetelektromotors an, so stand das Herz still. Die Ruhe überdauerte hier die Reizung eine Zeit lang. Ich theilte nun das ganze verlängerte Mark der Länge nach. Die elektrische Reizung der linken Hälfte störte die Herzbewegungen nicht im Geringsten. Legte ich dagegen die Dräthe an die rechte Hälfte und zwar oben und innen möglichst weit von den Wurzeln des Vagus und des Accessorius an, so erhielt ich zu wiederholten Malen Stillstand und zwar Anfangs mit Nachruhe und später ohne dieselbe.

Die Säule des Magnetelektromotors muß in diesen Versuchen möglichst schwach mit Kochsalzlösung geladen sein. Vertauscht man diese mit größeren Mengen verdünnter Schwefelsäure, so erhält man leicht unipolare Wirkungen, wie sich auch die galvanischen Froschpräparate in gleichem Falle zusammenziehen, so bald der zweite Leitungsdrath mit dem Erdboden verbunden ist (§. 2209). Die Berührung des einen Leitungsdrathes und des verlängerten Markes reichten hin, um das Herz des Hundes oder des Kaninchens zum Stillstand zu bringen.

Ich prüfte zunächst die verschiedenen Hauptbezirke des Gehirns und des obersten Theils des Rückenmarkes in 9 Mäusen, die in Aetherdunst betäubt worden und in denen ich das Herz und das centrale Nervensystem so rasch, als möglich bloßlegte. Die Empfänglichkeit der übrigen Hirngebilde geht hier früher, als die des verlängerten Markes und diese noch bedeutend eher als die des herumschweifenden Nerven verloren. Legt man die Dräthe an das Herz selbst, so erhält man noch Wirkungen, wenn alle genannten Nervenstücke längst versagen. Man kann daher nur auf die ersten Versuche mit Sicherheit rechnen. Ich wechselte deshalb auch die Orte in den einzelnen Beobachtungen, indem ich das eine Mal das große, in einem zweiten Thiere das kleine Gehirn, in einem dritten den obersten Theil des Rückenmarkes u. s. f. mit den Dräthen des Magnetelektromotors zuerst ansprach.

Es war mir hierbei nie möglich, den Stillstand des Herzens durch die Anregung des großen, des kleinen Gehirns oder der Vierhügel zu erzeugen (Vgl. S. 464.). Das verlängerte Mark dagegen lieferte immer positivere Ergebnisse im Anfange. Der Halstheil des Rückenmarkes führte zu verschiedenen Resultaten. Es zeigte sich in einer Maus, die nur 2¼ Minuten in dem Aetherdunste verweilt hatte, daß das Herz zu wiederholten Malen still stand, wenn man die Leitungsdräthe zu beiden Seiten des Rückenmarkes in der Gegend des ersten bis dritten Halswirbels anlegte. Wiederholte man den Versuch zwischen dem dritten Hals- und dem ersten Brustwirbel, so beschleunigte sich der Herzschlag. Hatte ich diese Wechselbeobachtungen mehrere Male mit dem gleichen Erfolge wiederholt, so schnitt ich das centrale Nervensystem in der Gegend des ersten Halswirbels der Quere nach durch. Reizte ich dann unmittelbar darauf das Rückenmark in dem Bezirke des zweiten bis dritten Wirbels, so beschleunigte sich die Pulsation des Herzens. Der frühere Stillstand kam daher wahrscheinlich auf dem Wege der Mittheilung durch das Rückenmark an das verlängerte Mark zu Stande. Ich hatte hier die Versuche gleich im Anfange angestellt und die Hirngebilde ganz bei Seite gelassen. Ein zweiter Fall, in dem ich die Wirbelsäule gar nicht öffnete, sondern zwei Leitungsnadeln in der Gegend des ersten bis zweiten Wirbels einstach, lieferte das Ergebniß, daß das Herz mühsamer fortklopfte. Drei andere Fälle lehrten so viel, daß die zwei unteren Drittheile des Halsmarkes an und für sich wahrscheinlich keinen Stillstand bewirken, daß sie aber zur Beschleunigung der Schläge nach den ersten Augenblicken der Empfänglichkeit führen können.

Das kleine Gehirn einer Haselmaus blieb ebenfalls wirkungslos. Das verlängerte Mark erzeugte Stillstand, der aber nicht die ganze Reizungszeit fortdauerte. Prüfte ich

er sogar die hintere Abtheilung des verlängerten Markes und die beiden ersten Gang des Herzstranges des Sympathicus fort, so verlängerte sich jener Termin auf 69 bis Stunden. Schnitt er das centrale Nervensystem dicht hinter dem Ursprunge der getheilten Nerven durch und entfernte alle hinter der Verletzungsstelle befindlichen Th des centralen Nervensystemes, so hörte die Athmung vollständig auf. Der Kreisl hielt sich aber noch 85 Stunden lang. Die bloße Trennung der beiden Vagi mit gefähr 4 Tage überlebt. Hatte aber Schiff die beiden dreigetheilten Nerven (5Zg außer den herumschweifenden und den ersten Rückenmarksnerven getrennt, so stand Herz meistentheils in wenigen Stunden still. Ein Versuch ergab 17 Stunden Maximum. Ließ er aber die ersten Rückenmarksnerven unversehrt, so verlängerte dieser Zeitraum auf 49 bis 55 Stunden.

Man sieht hieraus, daß der Kreislauf und der selbstständige Herzschlag der Zelle in wenigen Stunden zu Grunde geht, so wie man die Wurzeln des dreigetheilten, herumschweifenden Nerven und des ersten Rückenmarksnerven beiderseits getrennt hat. Bleibt aber nur eine dieser Nervenbahnen unversehrt, so erhält sich der Herzschlag mehrere Tage lang. Wir hätten also hier ein ähnliches Verhältniß, wie an der Speiseröhre, deren Wellenbewegungen erst nach der Durchschneidung beider herumschweifenden Nerven, nicht aber eines einzigen hinwegfallen.

Die merkwürdigen Ergebnisse, welche Schiff [1]) an 9 Raben beständig erhielt, bestätigen dasselbe. Hatte er die beiden herumschweifenden Nerven am Halse durchschnitten und die an den Armnerven liegenden Ganglien bloßgelegt, so dauerte der Herzschlag fort. Die Thiere liefen umher und verriethen ihre Athemnoth durch das öftere Aufsperren des Schnabels. Wurden dann jene Armnerven ausgerissen, so fanden sich Zuckungen ein. Der Herzschlag verstärkte sich in den ersten Secunden, wurde aber bald schwach und hörte binnen Kurzem gänzlich auf. Andere Vögel zeigten diese Erscheinungen nicht.

Es wurde schon S. 464 fgg. angeführt, daß einzelne, den Einflüssen des Magnetelektromotors ausgesetzte Theile des centralen Nervensystems das Herz zum Stillstand bringen, andere dagegen diesen Einfluß nicht auszüben oder die Thätigkeit des Herzens von Neuem beleben. Wir haben hierbei gesehen, daß hintere Theile des Rückenmarkes, der Schleife, welche auf die quergestreiften Fasern des Darmes nicht mehr wirken, Herzschlag aufheben. Das Rückenmark des Frosches scheint sich in dieser Hinsicht indifferent zu verhalten, während der obere Theil desselben in den Säugethieren den Herzschlag zu beleben vermag. Alle bis jetzt von mir geprüften Wirbelthiere. Hund, Kaninchen, Maus, Haselmaus (Sorex araneus), Taube, Frosch, Quappe (Gadus Lota), Forelle (Salmo fario) und Schleife (Tinca chrysites) zeigten übereinstimmend, daß das verlängerte Mark das Herz am Leichtesten zur Ruhe zwingt.

Man kann sich durch vergleichende Versuche an Säugethieren überzeugen, daß der Vorzug des verlängerten Markes vor Allem von den herumschweifenden Nerven herrührt, während der obere Theil des Rückenmarkes den Herzschlag von Neuem belebt. Durchschnitt jene beiden Nerven durchschnitten, so erzeugt die Reizung des verlängerten Markes keinen Stillstand. Sie bleibt entweder wirkungslos oder führt in günstigeren Fällen zu einer Beschleunigung der Herzzusammenziehung. Ich hatte z. B. die beiden herumschweifenden Nerven eines lebenden Kaninchens ausgerissen. Das Thier starb bald darauf an Zuckungen. Wurde die künstliche Athmung eingeleitet, so erhielt sich der Herzschlag lange trotz der Trennung der Vagi. Es klopfte aber häufig nur die rechte Vorkammer, während die Kammer ruhte. Setzte man dann das verlängerte Mark oder die Gegend der beiden obersten Knoten des Grenzstranges des Brusttheiles des Sympathicus dem Einflusse des Magnetelektromotors aus, so nahm auch die Kammer an dem Herzschlage Theil. Dieser Versuch konnte mindestens 10 Mal mit dem gleichen Erfolge wiederholt werden. Galvanisirte man beide herumschweifenden Nerven oder nur den rechten Halsstamm, so ruhten die Vorkammer und Kammer, nicht sie beide klopften oder es stand jene allein still, wenn sie unmittelbar vorher ausschließlich thätig war. Hörte die Reizung auf, so begann die Pulsation augenblicklich von Neuem. Dieser Versuch wurde 5 Mal mit demselben Erfolge wiederholt. Legte man die Drähte an die Querfurche des Herzens, so bewegten sich die Vorkammern und die Kammern äußerst lebhaft. Kehrte ich zum rechten Vagus zurück, so fand sich der früh

[1]) Schiff, a. a. O. S. 486.

den Einfluß, den das verlängerte Mark auf das Herz ausübt, vermitteln. Es ist mir bis jetzt keiner der Versuche, die ich zur Entscheidung dieses Punktes anstellte, befriedigend gelungen. Ich riß in einem Kaninchen beide äußeren Aeste des Beinerven mit langen Wurzelfäden aus, so daß die Stimmtöne nur bei größerer Anstrengung möglich wurden und selbst dann schwach, heiser und kurz ausfielen und tödtete dann das Thier durch Erstickung. Das Herz klopfte fort, wenn das verlängerte Mark gereizt wurde. Dasselbe erfolgte aber auch, wenn ich die Halsstämme der Vagi selbst ansprach.

Hat man eine gewisse Längsstrecke des herumschweifenden Nerven eine Zeit lang gereizt, so schlägt das Herz ruhig fort. Wiederholt man den Versuch oberhalb jenes Bezirkes, so ergiebt sich das Gleiche. Stellt man ihn unterhalb desselben an, so gelingt es nicht selten, den Stillstand von Neuem herbeizuführen. Wir haben daher hier ähnliche Erscheinungen der Abstumpfung der Empfänglichkeit, wie wir sie S. 662. für die Nerven der willkührlichen Muskeln kennen gelernt haben. Hat man den einen herumschweifenden Nerven eines Frosches durchschnitten, so schlägt meistentheils das Herz nach Schiff fort, wenn man das verlängerte Mark, nicht aber, wenn man den Darmast des herumschweifenden Nerven ansprickt.

Wie das verlängerte Mark den Stillstand, der obere Theil des Rückenmarkes der Säugethiere dagegen Beschleunigung der Herzbewegung unter günstigen Verhältnissen erzeugt, so findet sich ein ähnlicher Gegensatz zwischen dem Vagus und dem Sympathicus des Kaninchens und des Hundes (S. 426.). Das Rückenmark und der Sympathicus des Frosches dagegen zeigen keinen deutlichen Einfluß auf die Herzbewegung. Es fehlt auch hier die Vermehrung der Zahl der Herzschläge, welche in den Säugethieren auftritt [1]).

Mögen noch die Vagi ihren Einfluß auf das Herz des getödteten Thieres besitzen oder nicht, so antwortet doch jenes immer mit großer Lebhaftigkeit, so wie man die Dräthe des Magnetelektromotors an die Querfurche ansetzt. Man stößt hierbei auf Verkürzungsarten, welche dem gewöhnlichen Herzschlage mangeln. Die Kammern der Mäuse und der Kaninchen zucken z. B. in oft wiederholten Stößen, wie die freien, nicht mehr sehr empfänglichen Körpermuskeln, die den Wirkungen des Magnetelektromotors ausgesetzt werden (S. 427.). Wühlende Bewegungen, die sich über größere oder kleinere Strecken der Ventrikel ausdehnen, kommen in anderen Fällen zum Vorschein. Die Vorkammern schlagen endlich zu wiederholten Malen, ehe eine einzige Kammersystole auftritt.

Ed. Weber [2]) nahm an, daß die herumschweifenden Nerven die Herzbewegung hemmen, die sympathischen dagegen sie beschleunigen. Diese Auffassung bildet den unmittelbaren Ausdruck dessen, was man in den Säugethieren sieht. Wenn das Herz nach längerer Einwirkung der Dräthe auf die Vagi zu schlagen anfängt, so müßte man sich hiernach vorstellen, daß die den Strömen ausgesetzte Stelle der Hemmungsnerven gelähmt und daher das Herz von seinem bisherigen Hindernisse befreit worden. Legt man die Dräthe an eine tiefere Stelle der herumschweifenden Nerven, so kann man oft den Stillstand von Neuem hervorrufen. Wenn die Herzschläge der Säugethiere nach der Durchschneidung eines oder der beiden herumschweifenden Nerven schneller werden, so würde dieses mit der Weber'schen Auffassung scheinbar übereinstimmen. Erinnern wir uns aber, daß der herumschweifende Nerv die sehr geschwächte Herzbewegung beschleunigen kann, so dürfte schon manches Bedenken gegen jene Anschauungsweise rege werden. Entfernt man die Brusteingeweide und die Rumpfwand eines frisch getödteten Kaninchens und läßt das Herz in dem natürlichen Zusammenhange mit den Vagis, während die Sympathici und deren Hauptäste fortgenommen worden, so kann noch das Herz rasch fortschlagen.

Die Verhältnisse des Frosches unterstützen diese Zweifel. Wir haben schon gesehen, daß hier die Sympathici keinen deutlichen Einfluß auf das Herz darbieten. Weber [3]), der schon das Gleiche bemerkte, hebt hervor, daß die Reizung des Anfangstheiles der Aorta den Herzschlag beschleunigte. Ist aber das Herz kräftig genug, so kann man von hier aus auch Stillstand erreichen. Hatte Schiff die Ruhe des Herzens durch die Anlagerung der Dräthe an die Querfurche erzielt, so wurde diese nicht aufgehoben, wenn er

[1]) Schiff, a. a. O. S. 458. [2]) Ed. Weber, a. a. O. S. 45.
[3]) Ed. Weber, a. a. O. S. 48.

hierauf die Mitte der Länge des Halstheiles des Rückenmarkes, so zeigte sich zwei Ma
hintereinander, daß das Herz im ersten Augenblicke ruhte und dann fortklopfte. Ging i
unmittelbar darauf zu dem verlängerten Marke zurück, so wurde der Herzschlag nicht mehr
gestört. Die Halstheile des herumschweifenden Nerven hatten ebenfalls den Einfluß eingebüßt.

Eine Taube lieferte einen etwas mühsameren Herzschlag, wenn die Drähte in das
kleine Gehirn eingesetzt wurden. Hafteten sie in der Gegend des ersten Halsnickels
oder weiter nach vorn im verlängerten Mark, so stand das Herz zu wiederholten Malen
still. Was die Reptilien und die Fische betrifft, so ist in dieser Hinsicht das Nöthige
schon S. 472 angegeben worden.

Wir haben schon früher gesehen, daß die Reizung eines der beiden Halsstämme des
herumschweifenden Nerven den Stillstand bedingen kann. Die Wirkung dieser Nerven
sie mögen am Halse oder von dem verlängerten Marke aus angesprochen werden, hängt
von den Stimmungsthätigkeiten der Nervengebilde wesentlich ab. Die günstigsten Be
dingungen liefern Stillstand, der eine mäßig lange Reizungszeit überdauert. Arbeitet
man unter etwas unpassenderen Verhältnissen, so fallen die Herzschläge, so wie die Rei
zung aufhört, ein, oder sie treten selbst noch während derselben hervor. Sind die Ne
benzustände noch ungünstiger, so führt die Ansprache der Vagi zu gar keinen deutlichen
Veränderungen oder es zeigt sich Beschleunigung statt des Stillstandes. Herztheile, die
bisher ruhten, können ihre Thätigkeit von Neuem beginnen. Die rechte Vorkammer ei
ner Maus schlug z. B. nur noch sichtlich fort, während die Kammern ruhten. Galva
nisirte ich dann den linken Halsstamm des herumschweifenden Nerven, so fingen auch
die Kammern zu schlagen an.

Läßt man das klopfende Herz eine Zeit lang in Ruhe, so kann die Fähigkeit, da
es unter dem Einflusse der elektrischen Reizung des herumschweifenden Nerven still steht
von Neuem wiederkehren. Galvanisirte ich z. B. die beiden herumschweifenden Nerven
einer Maus, so stand das Herz still und klopfte dann beschleunigt fort. Wiederholte i
den Versuch unmittelbar darauf, so ließ sich das Herz in seinen Bewegungen nicht st
ren. Ueberließ ich es dagegen sich selbst für einige Minuten, so hatte die galvanische
Reizung des herumschweifenden Nerven den Stillstand von Neuem zur Folge.

Die größere Selbstständigkeit der Vorhöfe verräth sich ebenfalls bisweilen in die
Untersuchungen. Es ist mir z. B. an Kaninchen, die erstickt worden und denen ich da
das große und das kleine Gehirn entfernt hatte, vorgekommen, daß die Reizung des vo
deren Theiles des verlängerten Markes nur die Kammern zur Ruhe zwang, während d
Vorhöfe langsamer fortklopften.

Stach ich eine Nadel in die Kammergegend eines lebenden Kaninchens, so daß d
die Herzbewegungen angab (Bd. I. §. 947.), und zwei andere, die mit dem Magnetel
tromotor in Verbindung waren, in den Bezirk des oberen und des unteren Halstheiles
des linken herumschweifenden Nerven, so stand das Herz entweder die ganze Zeit o
nur im Anfange des Durchganges der elektrischen Ströme still. Die Athembewegung
waren ebenfalls nicht selten unterbrochen. Wir haben übrigens schon S. 617 gesehen
daß das Herz der lebenden Neunaugen zur Ruhe gebracht wird, wenn man die Strö
durch die Herzgegend durchleitet. Die Frösche können ebenfalls beweisen, daß der kün
liche Stillstand des Herzens nicht zu denjenigen Erscheinungen gehört, die erst nach d
Tode des Thieres auftreten. Schiff fand jedoch in seinen vergleichenden Versuchen, d
er bei einem gewissen Maaße der Schwächung des Geschöpfes am Leichtesten zu Stan
kommt und daß derselbe Grad von Reizung, der den Herzschlag des lebenden Thie
verlangsamt, ihn nach dem Tode auf der Stelle aufhebt.

Die Stromkraft des Schlagaderblutes nimmt nicht nothwendig nach der Durchschn
dung des einen herumschweifenden Nerven zu. Die Carotis eines mit Chloroform
täubten Hundes lieferte z. B. 140 bis 182 Mm., ehe der Nerv getrennt war und 1
bis 165 Mm., nachdem ich den Halsstamm des linken herumschweifenden Nerven dur
schnitten hatte. Die systolische Hebung glich, wenn sie vorhanden war, 2 bis 3 M
Dasselbe erhellt aus den Zahlen, die Ludwig [1]) nach der Trennung der beiden Vagi
halten hat.

Da der Halsstamm des herumschweifenden Nerven Fasern des Beinerven umschlie
so frägt es sich, ob diese oder die ursprünglichen Fasern des Vagus oder beide zugle

[1]) Ludwig, in Müller's Archiv. 1847. S. 276. 77.

diese in Reflexbewegungen verfallen. Die Erscheinungen zwingen aber nicht nur nicht zu dieser Auffassungsweise, die nur zur Rettung der Selbstständigkeit des Sympathicus angenommen worden zu sein scheint, sondern alle Gründe, die man für sie aufgestellt hat, verlieren ihre bindende Kraft bei näherer Betrachtung.

1) Wir haben S. 606. gesehen, daß es für jetzt noch zweifelhaft erscheint, ob wahre Nervenfasern in den Ganglien entspringen, ob nicht die Vermehrung der Menge der Fasern von Theilungen, wie in den freien Nervenstämmen oder von der Ausfüllung der Scheiden mit markigem Inhalte herrührt. Wir wissen dagegen mit Bestimmtheit, daß zahlreiche Cerebrospinalnerven durch die Knoten der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven und viele Fasern der Verbindungszweige durch die Ganglien des Grenzstranges des sympathischen Nerven treten. Wenn nun Bewegungen der Eingeweide von dem centralen Nervensysteme, den Wurzeln der Rückenmarksnerven oder den Verbindungsästen derselben mit dem Grenzstrange angeregt werden, so ist das Natürlichste, sie als die unmittelbare Wirkung jener durchgehenden Fasern, die man kennt, und nicht verborgenen Einflüssen, die bloß theoretisch ersonnen worden, zuzuschreiben.

2) Die directen Bewegungen eines willkührlichen Muskels folgen unmittelbar auf die Reizung des Bewegungsnerven, die Reflexverkürzungen dagegen einen Augenblick später, weil ein merklicher Zeitraum vergeht, bis die centripetale Erregung die Empfindungsfasern durchströmt, der Reflex im Rückenmarke Statt gefunden und die Bewegungsfaser ihre Wirkung ausgeübt hat. Da nun häufig eine gewisse Zeit zwischen dem Anspruche des Nerven und der Bewegung des Magens, des Dünndarmes u. s. w. vergeht, so hat man es hier mit Reflexeinflüssen und mit keinen directen Wirkungen zu thun. Diese Auffassung schließt eine Reihe von Mißverständnissen in sich. Was nämlich die Reflexbewegungen der freien Körpermuskeln betrifft, so findet man hier, daß die zwischen dem anregenden Reize und der vollführten Bewegung liegende Zeit in hohem Grade wechseln kann. Sie verkürzt sich unter günstigen Verhältnissen in so bedeutendem Maaße, daß sie nicht mehr nach Secunden bestimmt zu werden vermag. Sie verlängert sich unter anderen Bedingungen. Dieselben Schwankungen kehren auch für die Eingeweide wieder. Wir begegnen aber hier einzelnen Thatsachen, welche gerade gegen jene Reflexauffassung sprechen. Wird z. B. das verlängerte Mark mechanisch gereizt, so antworten oft der Magen, der Dünndarm, der Harnleiter eben so schnell, wie der Wadenmuskel dem Anspruche des Hüftnerven. Dasselbe kehrt häufig für den Stillstand des Herzens, den wir durch die elektrische Ansprache des verlängerten Markes einleiten, wieder. Haben wir den Darm von seinem Gekröse losgeschnitten, so verfließt oft eine verhältnißmäßig beträchtliche Zeit nach dem örtlichen mechanischen oder elektrischen Eingriffe, ehe die Verkürzung auftritt. Man müßte hier jener Theorie gemäß Ganglien in dem Innern des Darmes, die noch Niemand gesehen hat, annehmen. Die centripetalen Fasern müßten an jedem Punkte liegen, weil der Versuch an jeder beliebigen Stelle angestellt werden kann. Wir haben endlich S. 469. gefunden, daß der Harnleiter des Kaninchens elektrische Reize des Rückenmarkes augenblicklich beantwortet, wenn die Anregung des Harnleiters selbst keine Verkürzung mehr liefert. Erinnern wir uns, daß die einfachen Muskelmassen gewisse periodische Stufen der Unempfänglichkeit und der Ruhe darbieten, daß sie dann eher von den Nerven aus, als unmittelbar durch elektrische Ströme zur Thätigkeit gezwungen werden, so werden jene Thatsachen erklärlich, während sie trotz der Annahme der überall zerstreuten Ganglien immer noch räthselhaft bleiben.

3) Wir haben schon §. 2372 fgg. gesehen, daß die Hauptverschiedenheiten, die vorzüglich Volkmann hervorhob, nicht in den Nerven, sondern in den Muskelfasern liegen. Die Speiseröhre des Hundes oder der Katze verhält sich anders, als der Dünndarm oder der Magen, weil jene quergestreifte und diese einfache Fasern besitzt. Wiederholen wir die Versuche an der mit einfachen Fasern versehenen Speiseröhre der Vögel, so stoßen wir auf mehr Aehnlichkeiten mit dem Dünndarme, weil hier die Muskelgewebe die gleichen sind. Der mit seinen Ganglien versehene herumschweifende Nerv versorgt aber die Speiseröhre der Säugethiere, wie die der Vögel. Seine Fasern begeben sich zu der Magenbildung beider Thierclassen. Der Vergleich des Darmkanales der Schleihe mit dem der meisten übrigen Fische führt zu dem gleichen Ergebnisse.

Ich hatte aus meinen früheren physiologischen Versuchen geschlossen, daß die Einflüsse, welche die Rückenmarksnerven auf die von dem Sympathicus versorgten Theile ausüben, bestimmten Fortschrittsgesetzen folgen, d. h. daß die Bewegung eines Theiles

die Ströme durch den Anfangstheil der Aorta leitete. Es ist übrigens mehr als zweifelhaft, daß dieser die für das Herz bestimmten sympathischen Nerven enthalte [1].

Schiff erklärt die hier in Betracht kommenden Erscheinungen in anderer Weise. Er nimmt an, daß die Fasern des herumschweifenden Nerven während der regelmäßigen Systole des entsprechenden Herztheiles thätig sind, bald aber erschöpft werden und hierdurch die Diastole bedingen, sich indeß erholen, von Neuem in Thätigkeit gerathen und eine zweite Systole erzeugen u. s. w. Treffen starke wiederholte elektrische Schläge den herumschweifenden Nerven, so wird er für längere Zeiten erschöpft. Das Herz steht daher fortwährend. Galvanisirt man ein Stück des herumschweifenden Nerven anhaltend, so wird es gelähmt und läßt seinen Einfluß auf den peripherischen Nachbartheil nicht. Dieser erholt sich indeß. Wir haben daher im Anfange Stillstand und später Herzbewegung. Sehr schwache Ströme vermehren die Schnelligkeit der Herzschläge, weil dann die Wirkung der herumschweifenden Nerven augenblicklich erhöht und desto rascher erschöpft wird. Die Verstärkung der Thätigkeit der herumschweifenden Nerven bedingt es auch, daß man den ruhenden Herzschlag von dem verlängerten Marke erwecken kann.

Diese Auffassungsweise gewährt allerdings den Vortheil, daß sie die Anomalie eines Nerven, der nur gewisse Bewegungen hemmen sollte, beseitigt und das Ganze auf bekanntere Gesetze zurückführt. Sie erklärt aber nicht, weshalb der Stillstand des Herzens der Säugethiere nur von den herumschweifenden Nerven aus angeregt werden kann, während die sympathischen Nerven Beschleunigung bedingen. Ein elektrischer Strom erschöpft einen gewöhnlichen Nerven um so leichter, je mehr dessen Empfindlichkeit gesunken ist. Halten wir uns dagegen an frisch getödtete Thiere, so führt die Galvanisirung der Vagi zuerst zum Stillstande, während später bei größerer Abnahme der Empfindlichkeit die Beschleunigung des Herzschlages hervorzutreten pflegt. Es bleibt endlich räthselhaft, weshalb sich bisweilen das klopfende Herz um galvanische Reize gar nicht kümmert.

Es ist meiner Ueberzeugung nach für jetzt nicht möglich, irgend eine genügende Erklärung der uns hier beschäftigenden Erscheinungen zu liefern. Man kann aber, wie ich glaube, nachweisen, daß die gewöhnlichen Cerebrospinalnerven gewisse Stimmungszustände besitzen, unter denen sie sich ähnlich, wie die Herzzweige der herumschweifenden Nerven verhalten.

Wir haben oben S. 653. gesehen, daß manche Froschpräparate von selbst ermatten, daß aber diese Bewegungen während des Geschlossenseins eines centralen oder eines peripherischen Stromes verändernd oder anhaltend aufhören. Es wurde S. 524 angeführt, daß die Kehlmuskeln eines in Aetherdunst betäubten Frosches, die eben zu kurzen begonnen hatten, nicht nur während der Dauer der Wirkung des Magnetelektromotors, sondern auch für eine Minute später still standen. Wiederholte man den Versuch, nachdem sich das Thier in stärkerem Maaße erholt hatte, so verkürzte sich die Zeit der Nachruhe. Die elektrischen Ströme verlangsamten später die Thätigkeit der Kehlmuskeln nicht mehr. Sie regten nur die der Bauchmuskeln an. Sie vergrößerten hier nur den Umfang der Athemmuskeln, statt ihn, wie im Anfange, zu hemmen. Da wir die Molecularverhältnisse, von denen diese Stimmung der Nerven und wahrscheinlich auch des Herzmuskels abhängt, noch nicht kennen, so dürfte jede Theorie, die man in dieser Hinsicht aufstellte, gerechten Bedenken, wenigstens in den Augenblick unterliegen.

Mögen sich aber die Verhältnisse gestalten, wie sie wollen, so erhellt so viel, daß jedenfalls die Fortdauer des Herzschlages von dem Einflusse des verlängerten Markes oder eines andern des Rückenmarkes abhängt, daß eine Selbstständigkeit, wie die Bichat'sche Theorie annimmt, nicht stattfindet.

Volkmann [2], der diese letztere vertheidigte, bemühte sich, die Einflüsse, welche die Centralorgane des Nervensystems auf die Brust- und die Baucheingeweide ausüben, als Reflexwirkungen zu deuten. Die von dem Rückenmarke zu den Ganglien gehenden Fasern sollen nur auf die in Knoten selbst entspringenden Fasern die gleiche Wirkung ausüben, wie die Empfindungsfasern auf die Bewegungsnerven der Gliedermuskeln, wenn

[1] Bidder a. a. O. S. 415 u. Ludwig, a. a. O. S. 139.

[2] Volkmann in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. II. S. 612 u. in Müller's Archiv. 1843. S. 425 ffg.

eine Reihe körniger Fortsätze aus. Ihre Größe, ihre Formen und die Beschaffenheit ihrer Grundmasse wechseln in hohem Grade. Man bemerkt in anderen Orten Körperchen, die sich nicht scharf auf jene Gebilde zurückführen lassen. Es ist aber nicht möglich, die gegenseitige Lage dieser verschiedenen Gewebe an irgend einem Punkte der dichten Masse des Gehirns und des Rückenmarkes zu entwirren. Lassen wir die zur örtlichen Orientirung nöthigen anatomischen Beschreibungen bei Seite, so liefert weder die mit dem freien Auge gemachte, noch die unter dem Mikroskope vorgenommene Zergliederung allgemeinere Anschauungen, welche sichere Aufschlüsse über die Bestimmungen der einzelnen Theile verschaffen könnten.

Da alle Nervenwurzeln in das centrale Nervensystem eintreten, so frägt es sich zunächst, ob diese allein den Stamm der Markmasse bilden oder ob eigentliche Hirn- und Rückenmarksfasern im engeren Sinne vorkommen. Diese würden in keiner Beziehung zu den peripherischen Nerven stehen. Sie müßten neben den centralen Nervenkörpern vorbeigehen oder diese wechselseitig verbinden. Sie bildeten mit einem Worte Commissuren der einzelnen Bezirke der gefärbten Massen, gleichwie die peripherischen Nervenfasern die gleiche Rolle für das Gehirn und das Rückenmark und die übrigen Körperwerkzeuge übernehmen.

Vergleicht man die Gesammtsumme der Markmassen, die in dem Gehirn und dem Rückenmarke des Menschen und der Säugethiere vorkommen, mit dem Gesammtvolumen der Nervenwurzeln, so unterliegt es keinem Zweifel, daß diese beträchtlich kleiner ausfällt. Könnte man nachweisen, daß eine jede Markfaser, in die sich eine peripherische Primitivfaser fortgesetzt hat, ihren einfachen geraden Weg verfolgt, so würde schon das eben erwähnte Mißverhältniß des Umfanges auf die Anwesenheit von eigenthümlichen Hirn- und Rückenmarksfasern zurückschließen lassen. Da wir aber nicht wissen, wie sich die Markfasern zu den Nervenkörpern verhalten, ob nicht mehrere an der anderen Seite statt einer hinzutretenden hervorgehen, ob nicht viele Fasern eine andere rücklaufende Bahn später verfolgen, so darf man wenigstens auf jener Thatsache allein nicht fußen, wenn man die Anwesenheit bloßer Hirn- und Rückenmarksfasern vertheidigen will.

Läßt man das Gehirn und das verlängerte Mark bei Seite und beschränkt sich auf den Vergleich der Wurzeln der Rückenmarksnerven mit dem Rückenmarke selbst, so stößt man auf ähnliche Schwierigkeiten. Da sich die Primitivfasern der erwähnten Nervenwurzeln in die Markfasern des Rückenmarkes fortsetzen, so folgt, daß dieses Repräsentanten aller Fasern der Wurzeln der Rückenmarksnerven enthalten muß. Da es aber außerdem graue Massen einschließt, so ergiebt sich anderseits, daß es keinen einfachen centralen Nervenstamm, der nur die einzelnen Nerven gesammelt hätte, bildet.

Als die allgemeine Anatomie weder die Theilungen der Primitivfasern der Nerven, noch deren unmittelbare Verbindung mit den Nervenkörpern kannte, war es gewissermaßen das Natürlichste, alle in das Rückenmark eingetretenen Fasern nach dem Gehirn emporsteigen zu lassen. Man hatte nirgend Nervenendigungen im Rückenmarke unter dem Mikroskope nachweisen können. Man sah nur entweder abgerissene Nervenfasern oder bemerkte, höchstens, daß die Markfasern, welche die unmittelbare Fortsetzung der peripherischen Primitivfasern darstellten, eine Strecke weit in der Richtung nach dem Gehirn zu emporstrichen

Volkmann suchte die uns beschäftigende Frage durch den Vergleich der Volumina zu lösen. Er kam hierbei zu entgegengesetzten Ergebnissen zu verschiedenen Zeiten. Hielt er [1]) sich an den Frosch, so betrug der Querdurchmesser des Rückenmarkes 0″,1100 Pariser Maaßes. Die Gesammtsumme der Rückenmarksnerven lieferte aber seiner Angabe nach nur 0″,0817. Da nun die Querschnitte von den Quadraten der Querdurchmesser abhängen, da überdieß die centralen Fasern beträchtlich dünner, als die peripherischen sind, so sollte das Rückenmark mehr Fasern als der Gesammtsumme der Wurzeln der Rückenmarksnerven entspricht, enthalten. Man sieht leicht, daß hier die graue Masse außer

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv 1838. S. 281. 82.

nicht von den in ungefähr gleicher Höhe befindlichen, sondern von entfernteren Stellen angeregt werden kann. Die Brust- und die Baucheingeweide hängen meist von höher gelegenen, d. h. von Wurzeln ab, die dem Gehirn näher aus dem Rückenmarke heraustreten. Da ich zugleich durch physiologische Versuche darzuthun suchte, daß die Bewegungen der Regenbogenhaut theilweise von den oberen Halsnerven abhängen [1], daß also hier aus Nerven durch die Ganglien zum Auge emporsteigen, so ergiebt sich von selbst, daß das von mir aufgestellte Fortschrittsgesetz nicht den Sinn haben konnte, daß die beherrschten Theile immer weiter nach hinten gelegen seien.

Bidder und Volkmann [2], welche ihm diese Deutung irrthümlicher Weise unterlegten, glaubten das Fortschrittsgesetz, das aus physiologischen, an Säugethieren gemachten Versuchen hergeleitet worden, durch anatomische Beobachtungen an Fröschen zu widerlegen. Sie beriefen sich auf eine richtige und selbst in den Säugethieren nachweisbare Thatsache, die schon Monro [3] im vorigen Jahrhundert gekannt und in gleicher Beziehung geltend gemacht hat. Prüft man nämlich die Nervenbündel, welche einen Knoten des Grenzstranges durchsetzen, so treten nicht alle in der Richtung nach hinten ab. Es verläuft vielmehr eine größere oder geringere Menge von ihnen nach der Kopfseite hin. Fig. 355. S. 599. kann dieses aus der Katze versinnlichen.

Da wir den weiteren Verlauf der Fasern nicht verfolgen können, da es möglich wäre, daß sie später ganz andere Bahnen einschlagen, so kann jedenfalls diese anatomische Thatsache das, was physiologische Versuche lehren, nicht entkräften. Es wäre z. B. möglich, daß der Einfluß, den der hintere Theil des Rückenmarkes der Frösche auf die Herzbewegung auszuüben vermag (S. 474.), auf jenen Verhältnissen beruhte. Berücksichtigen wir aber die Verzweigungen des herumschweifenden Nerven in dieser Thierclasse und die schon früher erwähnten physiologischen Thatsachen, so hat es sogar hier mit Wahrscheinlichkeit, daß es nicht die Fasern des Sympathicus, sondern die Stränge des Rückenmarkes selbst sind, welche den auf das Herz ausgeübten Einfluß vermitteln. Es ist mir dagegen in Säugethieren trotz vieler Versuche nie gelungen, das Herz von den Wurzeln von dem untersten Theile des Grenzstranges des Sympathicus oder des Rückenmarkes aus zu beherrschen. Ich sah nur ein Mal in einer Maus, daß sich der Herzschlag sichtlich belebte, wenn ich das Sonnengeflecht mit dem Magnetelectromotor ansprach. Legte ich die Drähte an Stellen, die von dem Herzen weniger entfernt waren, so kehrte dieser Erfolg nicht wieder. Man muß daher für jetzt annehmen, daß die Brust- und die Baucheingeweide vorzüglich von höheren und die Regenbogenhaut zum Theil von tieferen Stellen abhängen. Das Fortschrittsgesetz, d. h. ein gewisser Abstand von der centralen Eintrittsstelle und dem peripherischen Ende, kehrt aber in beiden Fällen wieder.

4623 Gewebtheile des centralen Nervensystems. — Wenn schon die anatomische Untersuchung der Nervenknoten viele Zweifel und Lücken übrig ließ und nur einzelne rohere physiologische Versuche einiges Wenige über diese Theile lehren konnten, so kehrt das Gleiche für das Rückenmark und das Gehirn in noch höherem Maaße wieder. Wir wissen mit Bestimmtheit, daß auch hier die weißen Massen aus markigen Fasern bestehen, die zartere Hüllen, an und zwischen denen wenig oder gar kein Zellgewebe haftet, besitzen und daß sich die peripherischen Fasern der Nervenwurzeln in centrale unmittelbar fortsetzen. Man kann in den gefärbten Substanzen des centralen Nervensystems Gewebtheile darstellen, deren feinige Grundmasse, deren Kern und Kernkörperchen mit denen der Ganglienkugeln übereinstimmen. Es fehlen ihnen aber meist die scharfen Schalen. Sie zeichnen sich durch größere Weichheit und nicht selten durch

[1] De functionibus nervorum. p. 109.
[2] Bidder und Volkmann, Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems S. 44. fgg. u. Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. II. S. 599.
[3] A. Monro, Bemerkungen über die Structur und die Verrichtungen des Nervensystems. Aus dem Englischen übersetzt. Leipzig 1787. 4. S. 39.

Frosche daß sich die Nervenfaser in den Kern und der Achsencylinder derselben in das Kernkörperchen peripherischer Ganglienkugeln fortsetzte.

Kupfertafel, Fig. 23 zeigt uns ein Stückchen der elektrischen Lappen eines vor 5 Tagen eingefangenen und in Salz aufbewahrten Zitterrochen unter 164facher Durchmesser. Vergrößerung. Man sieht, wie sich zahlreiche Markfasern zwischen den großen Nervenkörpern hinziehen und hierbei nicht selten Bogen bilden. Eine Verbindung mit den Kernen gab sich nirgends zu erkennen. Kupfert. Fig. 24 stellt die isolirten Nervenkörper unter 255facher Vergrößerung dar. Sie zeiaten zahlreiche einfache oder sich später theilende granulirte Fortsätze. Es ist mir jedoch trotz vielfacher Versuche nie gelungen, diese in ächte Nervenfasern übergehen zu sehen. Diese Fortsätze hafteten häufig an Stellen der Nervenkörper, die kuppelartig ausgehöhlt waren, so wie es in *a*, *b*, *e*, *h* Kupfertafel, Fig. 24 angedeutet ist. Andere Nervenkörper zeigten Einschnitte, einfache Vertiefungen, oder dünnere Blattanhänge. Ich muß es dahingestellt sein lassen, ob diese Formen von dem Einflusse des Salzes, vorzüglich der Wassereinsaugung desselben abhingen. Manche Anschauungen, wie *d* und *f* Kupfertafel, Fig. 24 konnten allerdings auf den ersten Blick zu der Annahme eines Ursprunges einer Primitivfaser aus dem Kerne der Ganglienkugel verleiten. Stellte man jedoch den Brennpunkt genau ein, so sah man, daß die offenbar abgerissene Primitivfaser über der Masse der Ganglienkugel lag. So oft ich auch die vielfachen körnigen Faserfortsätze in den Nervenkörpern der übrigen Wirbelthiere beobachtete, so ist es mir doch nie gelungen, einen unzweifelhaften Uebergang derselben in Markfasern nachzuweisen. Ueberlagerungen sind mir mehrfach vorgekommen.

Bedingungsglieder der Empfindungen. — Ein mechani- 4624
scher Eingriff scheint jede Sinneserregung begleiten zu müssen. Der Stoß der Lichtwellen veranlaßt das Sehen und der der Schallschwingungen das Hören. Die Riechstoffe strömen an der Geruchsschleimhaut vorüber und die Flimmerbewegung, die wenigstens hier in den Wirbelthieren allgemein vorhanden ist, erzeugt Wirbel, die vielleicht mit der Geruchsauffassung in Verbindung stehen. Wir haben §.§. 4134 und 4137 gesehen, daß die Reibung das Schmecken wesentlich begünstigt, wo nicht ursprünglich bedingt. Die mechanischen Tasteindrücke setzen eine Verschiebung der entsprechenden Tastflächen voraus. Die thermischen verbinden sich mit der Ausdehnung oder der Zusammenziehung, welche die Wärme oder die Kälte erzeugen. Es greifen jedoch wahrscheinlich noch andere Veränderungen in diesem Falle ein, ungefähr wie eine aus Wismuth und Kupfer zusammengelöthete Kette einen elektrischen Strom erregt, so lange die Löthstellen selbst ungleiche Wärmegrade darbieten.

Wird ein Bewegungsnerv in einem beschränkten Punkte mechanisch angesprochen, so pflanzt sich eine Molecularveränderung längs seines ganzen Verlaufes bis zu den peripherischen Enden fort, so daß die Muskelzusammenziehung nachfolgt. Die Nervenmasse besitzt also die Eigenschaft, ihren Molecularzustand von Stelle zu Stelle zu wechseln, wenn ihre Atome nur an einem Punkte verrückt werden, etwa wie ein Eisenstab, den wir an einem Magnete aufhängen. Wir können das Gleiche für die Empfindungsnerven voraussetzen.

Da wir nicht alle Körper, die an unserer Nasenschleimhaut dahin- 4625
gleiten, riechen und nicht alle Lösungen, die sich an unseren Geschmackswerkzeugen reiben, schmecken, so folgt von selbst, daß jene Sinneseindrücke noch besondere Eigenschaften voraussetzen oder wenigstens nur eine beschränkte Reihe mechanischer Bedingungen beantworten. Erinnern wir

uns, daß wir nur die queren Ausweichungen der Lichtäthermolecüle sehen und die longitudinalen der schwingenden ponderablen Körper hören (§. 3368.), daß dagegen die Tastwerkzeuge alle Arten der Verrückung zu erwiedern scheinen, so ergiebt sich das Gleiche in noch deutlicherer Weise.

4626 Jedes Sinneswerkzeug erhält auf diese Weise seinen eigenthümlichen Wirkungskreis, innerhalb dessen es seine Virtuosität geltend macht. Die Netzhaut bemerkt die Stöße des Lichtäthers, die nicht das kleinste wägbare Körperchen in Bewegung zu setzen im Stande sind. Sie schweigt dagegen zu mäßigen Erschütterungen, welche die meisten Kopfgebilde durchdringen. Das Ohr belehrt uns über die Menge der Schwingungen, wenn das Gefühl nur ein undeutliches Schwirren verräth. Geruchlose Körper können einen besonderen Geschmack darbieten und Massen, welche diese wenig erregen, lebhafte Riechempfindungen veranlassen.

4627 Manche Sinne prüfen nicht bloß die Art und die Größe der mechanischen Eindrücke, sondern auch noch die Zeitwerthe, welche in dieser Hinsicht in Betracht kommen. Es frägt sich sogar noch, ob nicht alle ihr Urtheil von den drei Factoren der Körperwelt, dem Stoffe, dem Raum und der Zeit abhängig machen. Wir sehen den Rhythmus der Aetherwellen in den Farben und hören den der Schallschwingungen in den Tonhöhen. Die Verschiedenheit der Vocale hängt ebenfalls von der Wiederholung der Stöße ab (§. 3176.). Obgleich noch keine Theorie irgend einer Art möglich ist, so kann man sich doch vorstellen, daß die Mannigfaltigkeit der Geruchs- und der Geschmacksempfindungen mit gewissen Zeitverhältnissen der wirksamen Molecüle in Beziehung steht. Es wäre möglich, daß die Haut, wenn sie den Druck fühlt, nicht periodische und, wenn sie Wärme oder Kälte verräth, gewisse periodische Schwankungen der Molecularbewegungen auffaßt. Die objectiven Wirkungen des Kitzels und der Wollust gehen aus discontinuirlichen Reizen hervor.

4628 Jedes Sinneswerkzeug setzt eine gewisse Minimalgröße der Anregung voraus. Zu schwache Eingriffe werden nicht wahrgenommen. Sollen aber die Sinne ihre wahre Virtuosität entwickeln, so dürfen gewisse niedere Grenzen des Impulses und der Zeitdauer nicht überschritten werden. Wie die übermäßige Anstrengung und der Wechsel der Beschäftigung den Geist vor Abstumpfung am Besten bewahrt, so arbeitet auch jedes Sinneswerkzeug am Feinsten, so wie ihm milde und sich nach Kurzem ablösende Anregungen geboten werden.

4629 Heftige Eingriffe, welche die Tastnerven treffen, führen zu Schmerzensgefühlen. Diese können dann auch in Organen, die sonst kein Tastvermögen besitzen, auftreten. Wir nennen daher alle Nerven sensibel, die centripetal leiten und unter gewissen außerordentlichen Verhältnissen Schmerz erregen. Wir haben hier eine lebhaftere Molecularveränderung, welche zunächst die Quantität der Empfindung steigert. Befinden sich die Atome des Nerven in einem Zustande krankhafter Beweglichkeit, kehren sie nicht sogleich vermöge ihrer Elasticität zu ihrem früheren Gleichgewicht zurück, so liegt hierin ein Grund, weshalb schon Eingriffe mäßiger Art Schmerzen erregen können. Die drückenden, die lancinirenden und die

brennenden Schmerzen deuten darauf hin, daß man hier noch continuir-
liche und discontinuirliche mechanische, so wie thermische Wirkungen wahr-
zunehmen glaubt. Allein die Feinheit und die Sicherheit der Empfindung
geht in dem heftigen Sturme der Erregung unter. Es wechselt daher
oft die Wahrnehmung. Die Schmerzen bieten eine gewisse unbestimmte
Empfindung, welche erst die Phantasie genauer zu würdigen sucht, dar.
Es ereignet sich häufig, daß der Schmerz länger dauert, als die ihn un-
mittelbar anregende äußere Ursache. Es frägt sich jedoch, ob hier nicht
die Nebenverhältnisse täuschen. Wenn ein durchschnittener Nerv noch nach
der Trennung schmerzt, so kann das Ausfließen des Nerveninhaltes, der
Austritt des Blutes in der Nachbarschaft oder die Wirkung der Luft eine
spätere Molecularbewegung unterhalten. Haben wir die Nervenmasse
durch heftige Kälte erstarren lassen, so wird die allmählige Schmelzung,
welche die nachfolgende Wärme bedingt, eine Atomverrückung unterhalten.

Wenn die Schmerzen, welche die sensiblen Nerven erzeugen, keinen 4630
neuen Wirkungskreis bedingen, sondern nur die Quantität des Eindruckes
erhöhen und die Feinheit der Unterscheidung der Einzelverhältnisse beein-
trächtigen, so werden die sensuellen Nerven die verhältnißmäßig gleichen
Bedingungen mit kräftigern und zum Theil unbestimmteren Phänomenen
ihres Wirkungskreises beantworten. Die subjectiven Bilder, welche mecha-
nische oder elektrische Einwirkungen anregen, zeichnen sich fast immer durch
ihre Helligkeit aus. Wir unterscheiden geringere Farbenabweichungen
eher in mäßigem, als in blendendem Lichte. Die schmerzhaften Empfin-
dungen, welche bisweilen einen starken Knall begleiten, die Ohnmacht,
welche betäubenden Gerüchen nachfolgt, gehören zu den Uebertragungser-
scheinungen, die erst innerhalb des centralen Nervensystemes zu Stande
kommen.

Wir haben schon früher gesehen, daß drei verschiedene Kettenglieder 4631
in jeder objectiven Sinnesempfindung ineinandergreifen. Das periphe-
rische Sinneswerkzeug verarbeitet den entsprechenden Eindruck auf eine
zweckmäßige physikalische Weise. Trifft er dann den Sinnesnerven, so er-
regt er in diesem eine Molecularveränderung, die sich zu dem entsprechen-
den Centralwerkzeuge fortpflanzt. Dieses erleidet dann eine neue Verän-
derung, aus welcher die Wahrnehmung des Eindruckes hervorgeht. Wir
haben also zwei Uebersetzungen, die eine kommt an der Peripherie und
die zweite in dem Centralorgane zu Stande.

Könnte die gleiche Anregung, für welche das Sinneswerkzeug bestimmt 4632
ist, die Empfindung durch seinen unmittelbaren Einfluß auf die Central-
werkzeuge hervorrufen, so wären die Sinnesnerven überflüssig oder unzweck-
mäßig eingerichtet. Die Sinne brauchten dann nur an dem centralen
Nervenwerkzeuge selbst angebracht zu sein. War dieses der übrigen Ein-
richtung wegen unmöglich geworden, so brauchte nur ein Körper, der die
Lichtwellen sehr gut fortpflanzt, das Auge und ein anderer, der die Schall-
wellen trefflich leitet, das Ohr mit den Centraltheilen zu verbinden. Wir
wissen aber, daß die Nervenmasse keinen dieser beiden Vortheile dar-
bietet.

uns, daß wir nur die queren Ausweichungen der Lichtäthermolecüle [illegible] und die longitudinalen der schwingenden ponderablen Körper [illegible] (§. 3368.), daß dagegen die Tastwerkzeuge alle Arten der Berührung erwiedern scheinen, so ergiebt sich das Gleiche in noch deutlicherer [illegible]

4626 Jedes Sinneswerkzeug erhält auf diese Weise seinen eigenthümlich Wirkungskreis, innerhalb dessen es seine Virtuosität geltend macht. [illegible] Netzhaut bemerkt die Stöße des Lichtäthers, die nicht das kleinste nicht Körperchen in Bewegung zu setzen im Stande sind. Sie schweigt bei gen zu mäßigen Erschütterungen, welche die meisten Kopfgebilde [illegible] gen. Das Ohr belehrt uns über die Menge der Schwingungen, [illegible] das Gefühl nur ein undeutliches Schwirren verräth. Geruchlose Kör können einen besonderen Geschmack darbieten und Massen, welche [illegible] wenig erregen, lebhafte Riechempfindungen veranlassen.

4627 Manche Sinne prüfen nicht bloß die Art und die Größe der mech nischen Eindrücke, sondern auch noch die Zeitwerthe, welche in dieser Hin sicht in Betracht kommen. Es frägt sich sogar noch, ob nicht alle [illegible] Urtheil von den drei Factoren der Körperwelt, dem Stoffe, dem Raum und der Zeit abhängig machen. Wir sehen den Rhythmus der Lich wellen in den Farben und hören den der Schallschwingungen in [illegible] Tonhöhen. Die Verschiedenheit der Vocale hängt ebenfalls von der Z derholung der Stöße ab (§. 3176.). Obgleich noch keine Theorie in einer Art möglich ist, so kann man sich doch vorstellen, daß die Mann faltigkeit der Geruchs- und der Geschmacksempfindungen mit gewi Zeitverhältnissen der wirksamen Molecüle in Beziehung steht. Es m möglich, daß die Haut, wenn sie den Druck fühlt, nicht periodische wenn sie Wärme oder Kälte verräth, gewisse periodische Schwankun der Molecularbewegungen auffaßt. Die objectiven Wirkungen Kitzels und der Wollust gehen aus discontinuirlichen Reizen hervor.

4628 Jedes Sinneswerkzeug setzt eine gewisse Minimalgröße der Anre voraus. Zu schwache Eingriffe werden nicht wahrgenommen. Sc aber die Sinne ihre wahre Virtuosität entwickeln, so dürfen gewisse dere Grenzen des Impulses und der Zeitdauer nicht überschritten w den. Wie die übermäßige Anstrengung und der Wechsel der Beschäfti den Geist vor Abstumpfung am Besten bewahrt, so arbeitet auch j Sinneswerkzeug am Feinsten, so wie ihm milde und sich nach Kurzen lösende Anregungen geboten werden.

4629 Heftige Eingriffe, welche die Tastnerven treffen, führen zu Sch zensgefühlen. Diese können dann auch in Organen, die sonst kein E vermögen besitzen, auftreten. Wir nennen daher alle Nerven sensibel, centripetal leiten und unter gewissen außerordentlichen Verhältn Schmerz erregen. Wir haben hier eine lebhaftere Molecularveränder welche zunächst die Quantität der Empfindung steigert. Befinden sich Atome des Nerven in einem Zustande krankhafter Beweglichkeit, kei sie nicht sogleich vermöge ihrer Elasticität zu ihrem früheren Gleichge zurück, so liegt hierin ein Grund, weshalb schon Eingriffe mäßiger Schmerzen erregen können. Die drückenden, die lancinirenden und

Auffassung der Eindrücke dagegen, der Umstand, daß die Veränderung nicht bloß vollführt, sondern auch erkannt wird, steht ohne Analogie da. Weder die Pflanzen, noch die unorganische Welt liefern hier eine irgend fruchtbringende Aehnlichkeit, sei es, daß ihnen eine gleiche Fähigkeit gänzlich abgeht oder daß die Mittel fehlen, sie nach außen zu verrathen.

Beherrschung der Bewegungswerkzeuge. — Wir können 4637
denselben Gedanken, nach dem wir uns die Mechanik der Empfindungen klar zu machen suchten, für die Beziehungen der Verkürzungsgebilde ebenfalls festhalten und ihn uns gleichsam in umgekehrter Weise durchzuführen suchen. Die allgemeine Veränderung, welche in den Bewegungsfasern Statt findet, wird in der Muskelsubstanz als Verkürzung übersetzt. Wir haben schon S. 667. gesehen, daß sogar hier manche Aehnlichkeiten mit der durch die elektrische Induction bedingten Magnetisirung des Eisens hervortreten. Zieht sich ein Muskel unter dem Einflusse des Gehirns oder des Rückenmarkes zusammen, so giebt das entsprechende Centralwerkzeug den Anstoß. Jener verwandelt sich in Nervenströmung und diese inducirt die Muskelverkürzung.

Physiologische Verschiedenheit der einzelnen Bezirke 4638
des centralen Nervensystems. — Man kann schon von vorn herein voraussetzen, daß die centralen Primitivfasern eben so gut, als die peripherischen der Leitung vorstehen. Die rein markige Beschaffenheit der Groß- und der Kleinhirnschenkel unterstützt diese Annahme. Die Gewebe der grauen Massen würden daher die Eindrücke aufnehmen und vorarbeiten, die Willensbefehle anregen und die dem Denken entsprechenden materiellen Veränderungen einleiten. Die höchsten und die wesentlichsten Eigenschaften des centralen Nervensystems rührten auf diese Weise von ihnen her. Die Primitivfasern hätten nur die Bestimmung, die Verbindung der peripherischen Fasern mit den grauen Massen möglich zu machen und die einzelnen Bezirke von diesen wechselseitig zu verknüpfen.

Die mehr oder minder vereinzelten Primitivfasern, welche in den grauen Massen selbst unter dem Mikroskope wahrgenommen werden, können natürlich zu keinem physiologischen Versuche gebraucht werden. Will man die Leitungsfähigkeit der centralen Fasern prüfen, so bleibt nichts übrig, als sich an die größeren Markanhäufungen oder an die markreicheren grauen Substanzen zu wenden. Das Dunkel, das den Verlauf der Primitivfasern umhüllt, stellt sich aber auch hier der Sicherheit des Urtheils entgegen.

Wir wissen, daß die Trennung der peripherischen Nervenfasern die Leitung unterbricht d. h. die Fortpflanzung der in den Nerven auftretenden Veränderung ist an die natürliche Nachbarschaft der einzelnen Nervenmolecüle gebunden. Da die gleiche Markmasse in den centralen Fasern vorkommt, so darf man dieselbe Eigenschaft für sie voraussetzen. Es könnte aber hier das Hinderniß der Leitung, welches die Durchschneidung an und für sich schafft, auf dem Wege der Uebertragung beseitigt werden.

Da die centralen Fasern dünnere Hüllen, als die peripherischen besitzen, so glaubten mehrere frühere Forscher, daß schon hierdurch allein die Möglichkeit der Uebertragung gegeben sei. Die peripherische Faser verhalte sich, wie ein vollkommen, die centrale dagegen, wie ein unvollkommen isolirender elektrischer Leitungsdrath. Es wäre hiernach schwer einzusehen, weshalb örtlich beschränkte, aber hinreichend anregende Reize nur gewisse begrenzte und berechnete Gegenwirkungen nach sich ziehen. Mehrere später zu erwähnende Erfahrungen zeugen überdies noch entschiedener gegen diese Auffassungsweise. Erinnern wir uns übrigens, daß die Fortbewegung der Molecularveränderung, welche die Thätigkeit der Nervenfasern begleitet, an die natürliche unmittelbare Nachbarschaft

4633 Lassen wir die S. 598. erwähnten Verhältnisse der Verzweigu des Geruchsnerven bei Seite, so enthalten die Primitivfasern aller Sin nerven ein ähnliches Mark, wie die übrigen Nervenfasern. Wir sin hieraus auf eine gewisse allgemeine Gleichheit der Veränderung, w die Empfindungsreize einleiten, zurückschließen. Es wäre aber dessen achtet nicht unmöglich, daß untergeordnete Artunterschiede vorkämen, sich die Molecüle auf andere Weise oder mit anderen Geschwindigk im Seh-, als im Hörnerven bewegten und daß schon deshalb die Ue setzungen in den Centralwerkzeugen verschieden ausfielen. Man kann hier vielleicht mit Recht auf die Einflüsse der elektrischen Ströme hin Wenn die Schläge des Magnetelektromotors durch die beiden Ohren die Nase geleitet werden, so treten Schmerzen und Feuerbilder augen haft hervor. Man nimmt dagegen weder Töne (§. 4078.), noch Geru eindrücke (4122.) mit Sicherheit wahr. Wenn auch alle Sinnesw mechanische Eingriffe in ihrer eigenthümlichen Weise beantworten, so ist es sich doch sehr, ob nicht die gleiche Ursache verschiedene Wirkungsgr in den einzelnen Nerven nach sich ziehe.

4634 Geht das peripherische Sinneswerkzeug verloren, so fehlt auch Vorbreitung, von der die Feinheit der Empfindung in hohem Grade hängt. Menschen, in denen die Haut in einem großen Bezirke zer worden, können hier nach E. H. Weber [1]) Wärme und Kälte nicht terscheiden. Der Ersatz der regelrechten Haut durch Narbenmasse b die gehörige Wirkung der mechanischen Eindrücke. Schmerzen treten an die Stelle der gewöhnlichen Tastempfindungen. Wenn die Na schleimhaut, nachdem sie von Wasser umspült worden, ihr Geruchsvermö für einige Zeit verliert, wenn tropfbar flüssige Körper, die sie unmittel berühren, nicht riechen (§. 4097.), so verräth sich auch hier der wesentl Einfluß der Vorbereitungswerkzeuge in deutlicher Weise.

4635 Die peripherischen Fasern der Sinnesnerven setzen sich unmittel in centrale fort. Sie verbinden sich früher oder später mit Nervenkörn Man nimmt am Einfachsten an, daß die Veränderung, welche der E druck in dem peripherischen Nerven angeregt hat, auch in den centr Fasern weiter schreitet und daß erst die zweite Uebersetzung derselbe den entsprechenden Nervenkörpern der grauen Massen zu Stande kom

4636 Viele Erscheinungen der unorganischen Welt lehren deutlich, daß Molecularveränderung, die in einem Körper auftritt, eine andere Art Molecularbewegung in einem benachbarten anregte. Wenn daher die Nervenfasern und die Nervenkörper verschiedenartigen Veränderun in dem Augenblicke der Empfindung unterliegen, so haben wir hierin keine Thatsache, die sich nicht auch in der übrigen Natur wiederholte. S die Reflexbewegungen und die Mitempfindungen können noch auf eine solche Mechanik zurückgeführt werden. Ein Bezirk des centralen Ner festerns kann die Zustände anderer wechseln lassen. Die beim

[1]) E. H. Weber, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Ab Braunschweig 1846. 8. S. 481.

einer Seite zur anderen setzt die Unverletztheit eines queren in einem bestimmten Abstande gelegenen Zwischentheiles als Nothwendigkeit voraus.

Die oben erwähnten Versuche deuten darauf hin, daß die Continuität der Markfasern des centralen Nervensystems eine unerläßliche Bedingung ihrer Leitung bildet. Die Mittheilung dagegen scheint die Anwesenheit von Nervenkörpern nöthig zu haben. Nimmt man an, daß die centralen Fasern, die unmittelbare Fortsetzungen der peripherischen bilden, mit den Ganglienkugeln in Beziehung treten und daß sie selbst oder Aequivalente von ihnen theilweise oder gänzlich in die weiter nach vorn liegenden Markmassen übergehen, so erklärt sich hieraus der früher erwähnte Einfluß der Nachbarbezirke der Eintrittsstellen der Nervenwurzeln. Man kann sich den Unterschied der centralen und der zwischen dieser und den Markmassen gelegenen grauen Substanz und den wesentlichen Einfluß dieser letzteren begreiflich machen. Man sieht eher ein, weshalb eine nicht lange Continuitätsunterbrechung, welche nur die vorderen Markmassen unversehrt läßt, die Wirkungen der entfernter eintretenden Nervenwurzeln weniger beschränkt, weshalb diese mehr leiden, wenn sich die Unterbrechungsstelle weiter ausdehnt und warum sie gänzlich gelähmt werden, so wie die grauen Massen, in denen sie anfangs verlaufen, ebenfalls verloren gehen.

Wir haben früher gesehen, daß einzelne Thätigkeiten an die Inte- 4639
grität gewisser Bezirke des centralen Nervensystems geknüpft sind. Der einheitliche Schlag, nicht aber die Pulsation der Lymphherzen des Frosches überhaupt hängt von der Verbindung mit gewissen Gegenden des Rückenmarkes ab. Die verschiedenen Gesammtbewegungen, die wir als Beugung und Streckung der Glieder bezeichnen, werden erst unter der Beihilfe des Rückenmarkes geregelt. Es liegt in der Organisation dieses Theiles, daß die Reflexbewegungen den Schein der Zweckmäßigkeit so häufig annehmen. Der oberste Abschnitt des Rückenmarkes, aus dem die Wurzeln des Beinerven austreten, übt gewisse Einflüsse auf die Stimmbildung aus. Das Spiel der Athmungsmechanik rührt von dem verlängerten Marke her. Die Zerstörung jenes Bezirkes kann auf die Ernährungsverhältnisse des Auges zurückwirken, während das verlängerte Mark die Schlingbewegungen regulirt und wahrscheinlich auch einen directen Einfluß auf die Fortdauer des Herzschlages ausübt. Die Gesichtswerkzeuge stehen in inniger Beziehung zu den Vierhügeln, die Riechnerven zum großen Gehirn und die Hörnerven und die Geschmacksnerven zum verlängerten Marke. Die Abtragung des kleinen Gehirns stört gewisse verwickeltere Stellungsverhältnisse des Körpers und die der Großhirnhalbkugeln diejenigen Thätigkeiten, die wir als höhere geistige Wirkungen ansehen.

Alle diese Centralwerkzeuge besitzen eine in ihren Einzelnheiten noch 4640
unbekannte Mechanik, durch welche die verschiedenen in ihnen auslaufenden Fäden gleichzeitig oder abwechselnd in passender Art verbunden werden. Die Zerstörung eines Centralwerkzeuges zieht den Verlust der Harmonie, die von ihm abhängt, nach sich. Gebilde, die jenseits desselben liegen, können auf dieses in verschiedenster Weise einwirken. Der Wille beherrscht die Schluck- und die Athembewegungen. Er leitet die Stellungsverhältnisse der Glieder weit vollständiger, als wenn das Rückenmark des enthaupteten Thieres die Claviatur seiner Theile in Folge unmittelbarer Reize oder mittelst der durch die Reflexbewegungen gegebenen Anregung abspielt. Die Lymphherzen stehen häufig genug sogleich still, so wie man das verlängerte Mark oder den vordersten Theil des Rückenmarkes durchschneidet. Elektrische Reize, welche das Hirn treffen, können auf das

Herz, das Zwerchfell und die übrigen Athemmuskeln des frisch getödteten Kaninchens einwirken. Da wir aber die feinere anatomische Anordnung der Centralwerkzeuge nicht kennen, so ist es auch noch nicht möglich, die Art und Weise, wie dieser auf sie ausgeübte Einfluß zu Stande kommt, näher anzugeben.

Wir wissen, daß gerade die Hirnbildung die wesentlichsten Veränderungen in der Reihe der Wirbelthiere erleidet. Wenn wir daher z. B. finden, daß die Centralwerkzeuge des Frosches keinen merklichen Einfluß auf die Herzbewegung besitzen, so gilt dieß mit Sicherheit nur für diese Thierart. Ein höheres Geschöpf kann hier andere Verhältnisse anatomisch, wie physiologisch darbieten.

Man nimmt häufig an, daß die entsprechenden Nervenfasern in dem Centralwerkzeuge endigen müssen. So wahrscheinlich es auch für einzelne ist, so nöthigt doch keine Thatsache dieses für alle Fälle vorauszusetzen. Nervenkörper, die neben bestimmten Primitivfasern liegen oder ihren Verlauf nur unterbrechen, können eben so gut die gesetzmäßige Verbindung einleiten. Würden sich dann später die Fasern von Neuem ordnen, so ließe sich eher einsehen, weshalb die verschiedensten nachfolgenden Stellen des centralen Nervensystems ihren Einfluß auf Gebilde und Thätigkeiten, die von jenem Centralwerkzeuge abhängen, ausüben, weshalb aber dieser oft schwächer ausfällt, als wenn man das erste Centralwerkzeug selbst unmittelbar anspricht.

Wenn ein mechanischer oder elektrischer Reiz, der die Hemisphärenlappen eines Frosches oder eines Fisches trifft, Thätigkeiten, die wir durch die Ansprache des verlängerten Markes leicht erregen, nicht hervorruft, so dürfen wir mit Recht vermuthen, daß keine der entsprechenden Fasern bis zu jenen Gebilden hinaufreicht. Anders verhält sich natürlich die Sache, wenn sich nur unvollkommenere Einflüsse verrathen. Da die Anatomie uns jetzt noch keine sichere Grundlage liefert, so bleiben hier die verschiedensten Vorstellungen möglich. Man kann sich denken, daß die Fortsetzungen der peripherischen Fasern in einem gewissen hinteren oder unteren Centralwerkzeuge endigen und daß die Wirkung des vorderen oder oberen Theile durch andere Fasern, die nach jenem Centralwerkzeuge hinlaufen, oder durch unmittelbar Mittheilung in dem Bereiche der Nervenkörper zu Stande kommt. Es wäre aber auch möglich, daß die Fortsetzungen der peripherischen Fasern theilweise oder gänzlich weiter verliefen und so die Möglichkeit des Einflusses bedeutender ausdehnten.

Wir haben schon früher bemerkt, daß die grauen Nachbarbezirke der Eintrittsstellen der Nerven gewisse Vorzüge verrathen. Die verschiedensten centralen Combinationswerkzeuge liegen auch an solchen Orten, wie z. B. die Centra der Lymphherzen, der Stellen der Athmungs- und der Stimmbewegungen. Wenn aber der Einfluß entfernterer Stellen schwächer ausfällt, so läßt sich dieses auf zweierlei Wegen erklären, ohne daß man zur Annahme einer so frühen Endigung der Fasern genöthigt ist. Zerstreuen sich diese, so findet natürlich die spätere Anregung selbst einen unvollkommeneren Boden. Ist dieses aber auch nicht der Fall, so kann der mit der Entfernung wechselnde procentische Leitungswiderstand Nachtheile bereiten.

Wenn man eine Reihe von Schlägen der Rotationsmaschine oder des Magnetomotors durch den vordersten Theil des Rückenmarkes des Frosches leitet, so erregt es sich bisweilen, daß die Starrkrämpfe der Vorderbeine länger, als die Reizung dauert, während die der Hinterbeine mit dieser aufhören. Volkmann [1]) betrachtete dieses als einen Beweis, daß die Fasern der Nerven der Hinterfüße früher aufhören. Wenn sie noch in dem vordersten Theile des Rückenmarkes enthalten, so ließe sich der eben erwähnte Unterschied nicht erklären. Diese Thatsache ist aber einer doppelten Deutung fähig. Die Erscheinung selbst hängt von der Quantität des Reizes oder der Empfänglichkeit des Präparates ab. Stellt sich eine dieser Bedingungen günstiger, so verhalten sich die beiden Beine so ziemlich gleich. Man kann nur annehmen, daß die Uebertragung auf die hinteren endigenden Nerven der Hinterbeine eine größere Kraft erfordert. Man kann sich aber auch denken, daß der physiologische Leitungswiderstand wesentlich eingreift. Die größere Nachdauer der Krämpfe hängt von dem Einflusse der grauen Massen und wahrscheinlich

[1]) Volkmann, in Müller's Arch. 1845. S. 422. 23.

der der Nachbarschaft der Eintrittsstellen der Nerven ab. Enthielte nun auch der vorderste Theil des Rückenmarkes nicht bloß Fasern der Nerven der Vorderfüße, sondern auch der der Hinterbeine, so befänden sich jene des kürzeren Weges wegen im Vortheil, gleichwie das centralere Stück des Hüftnerven eher versagt, als das peripherischere.

Wir haben §. 4456 gesehen, daß ein Hautreiz, der z. B. die Bauchdecken trifft, nur Einathmungs- und keine anderen Reflexbewegungen nach sich zieht. Es erhellt hieraus, daß die Fortleitung der Empfindungseindrücke unter manchen Verhältnissen leichter ist, als die unmittelbare Uebertragung auf benachbarte Bewegungsnerven. Der physiologische Leitungswiderstand hängt wahrscheinlich nicht bloß von der Länge der Fasern, sondern auch von den dazwischen wirkenden grauen Massen ab.

Obgleich die mannigfachsten Mittheilungserscheinungen und Wechsel- 4641
wirkungen im Bereiche des centralen Nervensystems vorkommen, so ergiebt sich doch bei näherer Betrachtung von selbst, daß die geforderte Thätigkeit einzelner Bezirke, ja vielleicht einzelner Nervenkörper die Grundbedingung der Ordnung bildet. Die Gewebeelemente liegen hier dicht an einander. Sind auch abweichende Centralwerkzeuge an verschiedene Orte vertheilt, so ist doch keine anatomisch fremdartige Zwischenmasse, welche die mannigfachen Gebiete scheidet, vorhanden. Soll der Einfluß geregelt bleiben und nicht in ein wirres ungeordnetes Treiben umschlagen, so müssen selbst die Mittheilungen, die Statt finden, in berechnetem Maaße ausgedehnt oder beschränkt werden. Man kann daher mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß jeder kleinste Bezirk des centralen Nervensystems für sich wirkt, daß sich seine Thätigkeit entweder nur durch die ihm entsprechenden Fasern verbreitet oder nur verbündete Nervenkörper anregt und daß es von der Größe oder der Art der Molecularveränderung abhängt, ob, wie weit und auf welche Stücke sich die Mittheilung ausdehnt.

Auffassung der Empfindungen. — Obgleich eine gewisse Ver- 4642
änderung der Centralwerkzeuge und der mit ihnen zusammenhängenden Nerven die objective Empfindung bedingt, so werden wir uns doch nie dessen, was in den nervösen Geweben selbst vorgeht, unmittelbar oder klar bewußt. Wir übersetzen vielmehr das Ganze in einen eigenthümlichen Eindruck, den wir an die Oberfläche unseres Körpers oder noch weiter hinaus verlegen. Wir opfern gleichsam unsere eigenen Körpergebilde zu Gunsten der Außenwelt. Diese Eigenschaft, deren Zweckmäßigkeit wir leicht einsehen, deren Erklärung dagegen dunkel bleibt, bildet die Grundlage aller ferneren Sinneserfahrungen. Wie die Ernährungserscheinungen nach einem Plane wirken, den wir selbst nicht erkennen, wie die Instincte gewisse Absichten erreichen, deren sich das Geschöpf nicht bewußt wird, so arbeitet auch hier unser Auffassungsvermögen mit einem Räderwerke, dessen Einzelthätigkeiten ihm unbekannt bleiben. Es erkennt gleichsam nur die Zeit an der Stellung der Zeiger, ohne daß ihm der Mechanismus, der diese in bestimmten Zeitabschnitten um bestimmte Größen verrückt, klar wird.

Das Gesetz der excentrischen oder peripherischen Uebertragung, welches sich auf diese Weise geltend macht, kann auch in vielen Fällen, in denen nicht die peripherischen Werkzeuge, sondern die Centralorgane oder die Sinnesnerven selbst getroffen werden, wiederkehren.

Es tritt hier oft mit solchem Nachdrucke hervor, daß kein Gegenzeugniß der Sinne oder das Bewußtsein die offenbar unrichtige Deutung zu verwischen im Stande ist.

Das Selbstbewußtsein des Menschen beruht auf der Fähigkeit der Auffassung der äußeren Eindrücke. Der Wechsel der fremden Erreger bei der Gleichartigkeit des Empfängers bedingt die Unterscheidung des Ich von dem Nicht-Ich. Die Erfahrung d. h. die gegenseitige Vergleichung der verschiedenen Sinnesempfindungen und der hierzu nöthigen Combinationen der Muskelbewegungen vervollständigen allmählig die Erkenntniß der räumlichen und selbst der zeitlichen Beziehungen, in denen die Außenwelt zu dem thierischen Geschöpfe steht.

So sehr nun die Einzelnheiten der Erkenntniß auf dem Erfahrungswege gewonnen werden, so muß doch irgend eine Einrichtung von vorn herein gegeben sein, welche die Vergleichung der verschiedenen Sinneseindrücke möglich macht, welche das dumpfe, gleichsam leere Bewußtsein immer mehr aufklärt, immer sicherer unterscheiden lehrt. Die quantitative und zum Theil qualitative Verschiedenheit der Eindrücke, die von den einzelnen Punkten unserer Körperoberfläche ausgehen, könnten uns keine Vorstellung der Oertlichkeitsbeziehungen geben, wenn nicht die Auffassung des Raumes überhaupt in unserer Organisation selbst läge.

Man kann leicht einsehen, daß die excentrische Deutung unserer Sinnesempfindungen den zweckmäßigsten Ausweg bildet, um unsere Beziehungen zur Außenwelt möglichst objectiv zu machen. Man kann sie selbst gewissermaßen als die Blüthe des Selbstbewußtseins betrachten, indem dieses jede störende Erkenntniß der Veränderungen der eigenen Körpermasse beseitigt, um nur die Gegensätze der äußeren Mannigfaltigkeit desto nachdrücklicher zu durchschauen, um aus dem Zauberkleide eines dürren Idealismus heraus zutreten. Da aber die Einsicht in die Zweckmäßigkeit einer Erscheinung noch keine Erklärung derselben einschließt, so helfen alle diese Ausflüchte nichts, wenn es sich um eine wahre Ergründung der Verhältnisse handelt.

Wir müssen es als ein bis jetzt nicht weiter zu verfolgendes Axiom annehmen, daß irgend eine Einrichtung uns die Fähigkeit verleiht, die Oertlichkeitsverhältnisse der eigenen Körperoberfläche kennen zu lernen und daß hierauf alle fernere Belehrung aufgebaut wird. Es liegt hierbei die Annahme am Nächsten, daß die räumlichen Beziehungen der Centralwerkzeuge eine wesentliche Rolle für diesen Grundvorgang übernehmen. Denken wir uns, daß das, was wir die geistige Auffassung der Sinneseindrücke nennen, von einer Reihe netzartig verbundener Hauptpunkte ausgeht, so wird es auch für die Wahrnehmung selbst nicht gleichgültig sein, an welchem Orte die Erschütterung beginnt und in welchen Bahnen und mit welchen Geschwindigkeiten sie weiter schreitet.

Wenn wir die Eindrücke in die Peripherie versetzen, so verlegen wir sie nicht genau an die peripherischen Enden der entsprechenden Sinnesnerven. Wir beurtheilen vielmehr die Oertlichkeit auf eine mehr oder minder unbestimmte Weise und berichtigen erst oft das Ganze nach früheren Erfahrungskenntnissen. Die Verschiedenheiten, die hierbei vorkommen, deuten aber darauf hin, daß gewisse ursprüngliche organische Einrichtungen ihren Einfluß geltend machen. Wir verlegen die Druckfiguren des Auges [illegible] Gesichtsfeld, die Blitze dagegen, die heftige elektrische Schläge erzeugen, in Ebenen [illegible] den Berührungspunkten der Elektroden oder den schmerzempfindenden Stellen [illegible] gen. Wir hören häufig das Ohrenklingen in dem mittleren Ohre, wir fühlen das [illegible] werden der Zähne in den unempfindlichen knöchernen Massen des Zahnes, die Zahnschmerzen dagegen in der Gegend des Zahnsäckchens. Die Berührung einer Narbe oder einer offenen Geschwürsfläche giebt ein unbestimmteres peripherisches Gefühl, als die gewöhnliche regelrechte Tastauffassung.

Wir haben früher gesehen, daß die heftigeren Veränderungen, welche zu Schmerzen führen, das Urtheil überhaupt unsicherer machen. Dieser Umstand unterdrückt auch [illegible] selten die Auffassung, die dem Gesetz der peripherischen Uebertragung entspricht. Wenn der Oberschenkel eines nicht ätherisirten Menschen abgesetzt wird, so kann es sich ereignen, daß er später angiebt, er habe nur das Gefühl gehabt, als wurde die [illegible]

Stelle des Oberschenkels mit einem glühenden Drathe umschnürt [1]). Wenn eine andere mit einer Verletzung der Haut verbundene Operation die Trennung einzelner Nervenstämme, die weiter gehen, nothwendig macht, so klagen die Kranken doch oft nur über Schmerzen in der Verletzungsgegend. Die heftigen Empfindungen, welche die ersten Eingriffe des Hautschnittes veranlassen, unterdrücken hier wahrscheinlich die Empfänglichkeit für die sogleich nachfolgenden Molecularstörungen benachbarter Nerven oder trüben wenigstens das Urtheil, das wahrscheinlich ohne jenes Nebenverhältniß anders ausfallen würde. Man kann aber häufig bemerken, daß sich das Gesetz der peripherischen Uebertragung trotz eines Sturmes der Empfindung nachdrücklich geltend machte. Oberschenkelamputirte gaben mir an, daß sie während der Operation das Gefühl hatten, als würde ihr Fuß oder ihre Wade über dem Feuer gehalten, mit einem glühenden Werkzeuge berührt oder als würden ihnen hier Stücke Fleisch mit einer heißen Zange ausgerissen. Andere klagten vorzüglich über einzelne Zehen oder die Fußsohle. Leute, denen der Arm abgenommen ward, beschwerten sich in ähnlicher Weise über ihre Finger. Wenn die schwangere Gebärmutter oder der durchgepreßte Kindskopf die Nervengeflechte des Beckens drückt, so leiden die Frauen häufig genug an Einschlafen der Füße oder an Schmerzen, die in den Schenkeln dahinschießen. Ein Mädchen, dessen Augapfel ausgerottet und in dem dann die Gegend, in welcher der Ueberaugenhöhlennerv verläuft, gebrannt wurde, klagte sogleich über die furchtbarsten Zahnschmerzen.

Die peripherische Auffassung schmerzhafter Gefühle hat deshalb für den Arzt eine besondere Wichtigkeit, weil sie zu einflußreichen Täuschungen zu führen vermag, weil man leicht den Sitz des Uebels in dem peripherischen, scheinbar schmerzhaften Theile sucht, während er weiter entfernt, in dem Verlaufe des Nerven oder in den Centralwerkzeugen liegt. Wenn z. B. Gesichtsschmerzen davon herrühren, daß der dreigetheilte Nerv innerhalb der Schädelhöhle oder in seinen Faserfortsetzungen in dem centralen Nervensysteme krankhafter Weise gereizt worden, so kann die Trennung eines oder mehrerer seiner Zweige, die am Gesichte verlaufen, eine Gefühlslähmung zu dem früheren Leiden nur hinzufügen. Die Fälle, in denen Glieder aus solchen Mißverständnissen abgesetzt wurden, gehören zu den in dieser Hinsicht warnendsten Beispielen. Ein 22jähriges Mädchen litt nach Mayo [2]) vier Jahre lang an den Schmerzen im linken Knie, die sich von Zeit zu Zeit verstärkten, nie ganz aufhörten und zuletzt einen so hohen Grad erreichten, daß man sich zur Absetzung des Oberschenkels entschloß, obgleich die einzige äußerlich sichtbare Entartung nur in einem vielleicht durch die gebrauchten örtlichen Mittel bedingten Oedem der Kniegegend bestand. Das Gelenk selbst zeigte nichts weiter, als Blutfülle an einzelnen Orten und eine örtlich beschränkte Verdickung der Gelenkhaut. Ein Stoß, der den kurz vorher zugeheilten Stumpf traf, rief die früheren heftigen Schmerzen von Neuem hervor. Weder die Amputation des Stumpfes, noch die abermalige Verkürzung des Hüftnerven konnte das Leiden mildern. Man exarticulirte endlich den Ueberrest des Gliedes aus dem Hüftgelenke [3]). Die Schmerzen fehlten im Anfange, ob sie später wiederkehrten, ist, so viel ich weiß, nicht veröffentlicht worden. Man begründete den Exarticulationsversuch dadurch, daß eine Frau, der zuerst die Hand und dann der Vorderarm abgenommen wurde, erst nach der Auslösung des Stumpfes aus dem Schultergelenke Ruhe bekam [4]) (§. 4468.). Brodie [5]) führte zwei Fälle an, in denen die Oberschenkel hysterischer Frauen abgesetzt wurden. Die Schmerzen fanden sich später nachdrücklicher als je ein. Die Oberschenkelmuskeln des Stumpfes verfielen zugleich in heftige Krämpfe.

Hysterische Frauen liefern ein sehr reiches Feld für solche peripherische Zeichen. Sie beklagen sich nicht selten über ein bleibendes Hinderniß des Schluckens, über anhal-

---

[1]) G. Th. Rhone, De sensuum mendaciis apud eos homines, quibus membrum aliquod amputatum est. Halis 1842. 8. p. 11.

[2]) Herbert Mayo, Grundriss der speciellen Pathologie mit besonderer Rücksicht auf die pathologische Anatomie. Aus dem Englischen übersetzt und mit einigen Zusätzen und Bemerkungen herausgegeben von F. Amelung. Darmstadt 1838. 8. Seite 110.

[3]) Froriep's neue Notizen. Bd. I. Nro. 19. S 297.

[4]) Mayo, a. a. O. S. 189.

[5]) B. C. Brodie's Vorlesungen über örtliche Nervenleiden. Aus dem Englischen von Dr. Kürschner. Marburg 1838. 8. S. 60. 61.

tendes Brennen im Magen, über Unregelmäßigkeiten des Herzschlages und der mungsmechanik, über örtliche Leiden im Unterleibe und heftige Schmerzen in dem dem Kniegelenke oder in anderen Gelenken. Die Gefühle von Druck in den oder von Schwäche und Ameisenlaufen in den Beinen, von denen Onanisten oder markskranke heimgesucht werden, das Rieseln in den Gliedern oder längs der säule, das einem Anfalle der Epilepsie häufig vorangeht, das Kältegefühl wäh Frostanfalles eines Fiebers, die heftigen Koliken, die sich bei den nicht entzün Formen chronischer Metallvergiftungen einstellen, die wechselnden Zeichen, welche genannte Spinalirritation begleiten, die Wollustempfindungen vieler Nervenkrank furchtbaren Neuralgieen, welche einzelnen Entartungen des centralen Nervens oder der empfindlichen Nervenwurzeln begleiten, fußen ebenfalls auf dem Gesetze ripherischen Deutung. Es rührt von ihm her, wenn Menschen, die Empfindu Bewegung in den unteren Extremitäten eines Rückenmarksleidens halber verlo ben, nichtsdestoweniger von Zeit zu Zeit die nachdrücklichsten Schmerzen in jene dern wahrzunehmen glauben. Es erklärt sich hieraus, weshalb Personen, deren theilter Nerv z. B. in der Schädelhöhle entartet ist und die deshalb unter Anden den heftigsten Zahnschmerzen heimgesucht werden, sich Zahn für Zahn ohne Nut reißen lassen. Personen, denen ein Augapfel ausgerottet worden, können noch hie bilder, sobald das entsprechende Centralwerkzeug gereizt wird, wahrnehmen.

Wenn wir die Mitte des Oberschenkels mit einem Riemen fest zusammenscl so erzeugt sich ein krankhaftes, zu den Schmerzempfindungen gehörendes Gefühl, mit dem Namen des Einschlafens bezeichnen. Es beginnt an den Zehen und den und zwar oft nur an beschränkten Stellen dieser Theile, verbreitet sich erst späte meiner und schreitet nach und nach nach oben bis zur Einschnürungsstelle fort. der Versuch an dem Oberarme wiederholt, so kehrt auch eine ähnliche allmälige tungsweise der Eindrücke wieder. Menschen, die an Krücken zu gehen anfangen, häufig über Ameisenlaufen in den Fingern. Die Endglieder, die am feinsten tast ben hier immer den Vorrang.

Taucht man den Ellenbogen in eine Mischung von Schnee und Wasser, so det man zuerst die Kälte an diesem für die Temperaturverhältnisse sehr empfä Theile (§. 419 9.). Ist nachher die Wärmeabnahme bis zu dem benachbarten Ellen nerven vorgedrungen, so beginnt wahrscheinlich das Nervenmark seiner Fasern zu nen. Man empfindet einen Schmerz, der sich über den Vorderarm und die Hat dehnt und hat zugleich das Gefühl, als wenn die entsprechenden Finger einge wären [1]).

Menschen, die an Nervenschmerzen leiden, geben häufig an, daß die unang Empfindung entweder gar nicht oder nicht ausschließlich in den entsprechenden pe schen Werkzeugen auftritt. Die quälenden Eindrücke schießen vielmehr in Bahnen die man häufig auf den Verlauf der Nervenstämme selbst bezogen hat, so z. B. des Unteraugenhöhlenastes bei dem Gesichts-, des Kinnzweiges bei dem Lippen- u Hüft- oder des Schenkelnerven bei dem Hüftschmerze. Obgleich es nun keineswe wiß ist, daß diese Empfindungen dem Verlaufe der Nervenstämme wahrhaft folg gleich man häufig jener Voraussetzung gemäß annehmen muß, daß sie nur läng untergeordneten, seinem Gange nach variablen Zweiges dahinstreichen, so läßt sich stens mit Sicherheit behaupten, daß dann die Empfindungen in den peripherischen zeugen zurücktreten oder daß sich andere Gefühle neben ihnen geltend machen. Wi ben früher gesehen, daß die Tastwerkzeuge die Bestimmung haben, die mechanisch die thermischen äußeren Eindrücke zu mäßigen und so die feinere Tastempfindun des Schmerzes zu bedingen. Es werden daher auch die subjectiven Gefühle so lan sie von geringeren Molecularerschütterungen ausgehen, auf die Tastwerkzeuge selb gen werden. Beruht hingegen der Schmerz auf einer stürmischeren Atomenverr so kann sich auch eine andere Art von Auffassung hervordrängen. Wir können wenigstens erklären, weshalb dann die Empfindung gar nicht oder nicht ausschließl die Peripherie bezogen wird, weshalb Schmerzen, die ein Kranker an der Haut s haben glaubt, immer etwas Unbestimmteres in ihrer Begrenzung und in ihrer darbieten.

[1]) E. H. Weber, a. a. O. S. 497.

Eine andere Abweichung, die unter manchen krankhaften Verhältnissen auftritt, besteht darin, daß bisweilen die Schmerzen nicht bloß unterhalb, sondern auch oberhalb der Stelle, an der der Nerv örtlich leidet, versetzt werden. Es können dann die unangenehmen Empfindungen bis zu dem centralen Nervensysteme fortzugehen oder sich anderen ihm näher gelegenen Theilen mitzutheilen scheinen. Wir dürfen uns vorstellen, daß hier Irradiationen Statt finden, daß die Erscheinung auf den Verhältnissen der Mitempfindung beruht und durch die Nachbarschaft der Fasern bedingt wird. Unregelmäßigkeiten der Ernährungsbedingungen können hier in der Peripherie und jene oder wechselseitige Stimmungsbedingungen in den Centralwerkzeugen einwirken.

Die sogenannten Integritätsgefühle der Amputirten bilden einen deutlichen Beleg für die verschiedenen eben dargestellten Deutungsweisen.

Hat ein Mensch ein größeres Glied verloren, so glaubt er noch die Theile, die er nicht mehr besitzt, vorzüglich die Finger oder die Zehen zu fühlen. Verstümmelte der Art, die schon vor mehreren Jahren operirt worden, geben in dieser Hinsicht verschiedene Antworten. Solche, die ihre Empfindungen feiner auffassen, behaupten, daß sie die entfernten Theile fortwährend zu haben glauben. Andere sprechen sich nur dahin aus, daß sie sie unter gewissen schmerzerregenden Verhältnissen wahrnehmen. Wenn Manche auch dieses läugnen, so findet sich doch bei genauerer Betrachtung, daß sie sich nur selbst durch Mangel an Aufmerksamkeit täuschen. Künstliche bald zu erwähnende Versuche rufen auch hier die Integritätsgefühle hervor.

Diese verrathen sich am Deutlichsten, wenn der Oberschenkel oder der Oberarm oder wenigstens die Mittelglieder der oberen oder der unteren Extremitäten abgesetzt worden. Hat man das ganze Glied exarticulirt, so mangeln sie keineswegs. Ein 32jähriges Mädchen, dem sieben Jahre vorher der linke Oberschenkel aus dem Hüftgelenke geschnitten worden, gab an, daß sie immer das fehlende Bein in derselben Stellung, wie das vorhandene fühle. Ein 9jähriges Mädchen, das die Exarticulation des rechten Oberschenkels glücklich überstanden hatte [1]), besaß die deutlichsten Integritätsempfindungen.

Die Täuschungen treten in der ersten der Absetzung nachfolgenden Zeit am Nachdrücklichsten auf. Legt man z. B. kalte Umschläge an den Oberschenkelstumpf, so glaubt der Kranke, daß die Zehen oder der Fuß von der kalten Flüssigkeit berührt werden. Er bezieht die nachfolgenden Schmerzen auf diese fehlenden Stücke. Litt ein Mann an einer schweren Geschwulst des Vorderarmes, so daß er diesen beim Heben mit der anderen Hand unterstützen mußte, so vollführte er die gleiche Bewegung nach der Amputation des Oberarmes, weil ihn sein früheres Gefühl nicht verlassen hatte. Wurde der Stumpf des am Trochanter amputirten rechten Oberschenkels einer 44jährigen Frau am siebenten Tage nach der Operation von Krämpfen befallen, so hatte die Kranke die Empfindung, als wenn eine Kraft von den Zehen aus den Schenkel emporwürfe [2]).

Ist der Stumpf verheilt, so dauern die Integritätsgefühle desseungeachtet fort. Die Angaben der Amputirten wechseln nur insofern, als die Stärke der Auffassung des Mangelnden in den einen mit der Zeit schwächer zu werden scheint, in den anderen dagegen nachdrücklich fortdauert. Wenn dagegen die Nerven des Stumpfes leise, aber anhaltend gedrückt werden, so empfinden Alle die fehlenden Stücke bei dem scheinbaren Einschlafen des Gliedes, dieses mag vor einer noch so großen Reihe von Jahren entfernt worden sein.

Die oben erwähnte 32jährige Person, deren Oberschenkel exarticulirt worden, gab an, daß sie ihr fehlendes Bein in jeder Körperlage, wenn auch nicht vollkommen deutlich fühlte. Diese Empfindung gewann an Bestimmtheit bei Wetterveränderungen. Berührte man die Narbe, so kam es der Kranken vor, als wenn man einen Theil des Schenkels anfaßte, oder die Fußsohle kitzelte. Verzog sie die Narbe mittelst der Ueberreste der Gefäßmuskeln willkührlich, so schien es ihr, als wenn sie die große Zehe oder einen anderen Theil des mangelnden Gliedes bewegte.

Personen, die in der Continuität der Extremitäten amputirt worden, haben nicht selten so lebhafte Integritätsgefühle schon unter den gewöhnlichen Verhältnissen, daß hier-

---

[1]) E. Verdat, Essai sur la desarticulation de la cuisse suivi d'une nouvelle observation, couronnée de succès. Berne 1846. 4. p. 15 fgg.

[2]) Schwarz, in Graefe u. Walter's Journal für Chirurgie. Bd. XV. Berlin 1831. 8. Seite 157. 58.

[illegible] die eigenthümlichsten Täuschungen bedingt werden. Ein Mädchen, das [illegible] am Oberarme amputirt worden, wollte noch mit der fehlenden Hand [illegible]. Berührte man das Ende des Vorderarmstumpfes eines erblindeten Mannes [illegible] er, daß man seine Finger ergreife [1]). Bewegte er dann die Ueberreste [illegible] so kam es ihm vor, als wenn er des Anderen Hand mit den Fingern [illegible] Oberschenkelamputirte fühlen ihren mangelnden Fuß unter allen Verhältnissen [illegible] nur bei dem Stehen die Empfindung, als könne er den Boden nicht [illegible] die vorhandene Extremität, so beziehen sie dieses auch auf das fehlende [illegible] sich ins Bett, so decken sie sich da, wo dieses hinkommen sollte. [illegible] Es ereignete sich sogar, daß Leute der Art ihren Stelzfuß auf das [illegible] das Jucken auf eine Stelle des fehlenden Stückes der Extremität [illegible]

Sind einmal diese Gefühle von vornherein vorhanden, so kann sie kein [illegible] der Sinne oder des Bewußtseins unterdrücken. Ein 20jähriges Individuum [illegible] 12 Jahre vorher der rechte Oberschenkel in der Mitte seines Verlaufes [illegible] hatte die Gewohnheit, nur auf der rechten Seite liegend zu schlafen. [illegible] daher auf dem Stumpfe. Der Tastsinn mußte hier über die Grenze des [illegible] unmittelbar Aufschluß geben. Es kam dessenungeachtet dem Menschen [illegible] das rechte Bein im Knie gebogen und gehe unter dem linken durch. Ein [illegible] der einen Stelzfuß gebrauchte, erzählte, daß er die Grenze des Fehlenden [illegible] dessenungeachtet aber die Zehen spüre. Oberarmamputirte legen oft [illegible] Ueberrest ihres Gliedes so, als wenn sie noch den ganzen Arm unter den [illegible] den anderen Körpertheil schieben könnten. Solche Personen können ihren [illegible] oder befühlen, das Ende desselben an die Seitenwand eines Sopha anlegen [illegible] ihrer Verstümmelung sprechen, ohne daß indeß das Integritätsgefühl [illegible] Kranke der Art wundern sich oft genug über diesen nicht zu [illegible] Widerstreit zwischen Gefühl und Bewußtsein.

Gewisse unzweckmäßige Handlungen kommen nicht selten auf diesem Wege [illegible] Wir haben früher gesehen, daß Personen, die am Arme amputirt sind, mit der [illegible] Hand greifen wollen. Ein Mann, der den Oberschenkel verloren hatte [illegible] [illegible] aus dem Bette, um ohne Weiteres fortzugehen. [illegible] erst über seinen Mangel. Eine Frau, die beide Füße [illegible] 20 Jahren verloren hatte und Stelzen gebrauchte, schnallte [illegible] verrichtete. Es ereignete sich hierbei nicht selten, daß [illegible] verleitet, ohne Weiteres aufstand und erst durch ihren [illegible] belehrt wurde. Wenn Menschen, die kurz vorher den [illegible] an zwei Krücken gehen, so bewegen sie nicht selten den [illegible] noch ein vollständiges voranschreitendes Bein.

[illegible] Amputirten diese Gefühle für die gewöhnlichen Verhältnisse [illegible] in ihnen, wie in den übrigen ein, wenn man [illegible] drückt oder diesen selbst mit einem Bande umschnürt [illegible] Finger oder Zehen zuerst ein. Das Gefühl schreitet nach [illegible] endlich nach dem Vorderarm oder Unterschenkel fort, [illegible] erreicht. Drückte ich bei einem Oberschenkelamputirten [illegible] der Hüftnerv verläuft, so zeigte sich das Ameisenlaufen [illegible] dann in den übrigen Zehen und der Nachbarschaft der [illegible] in der Fußsohle, vorzüglich der Innenseite derselben, später [illegible] der Ferse, dann in der Wade und leiser an den beiden [illegible] der Oberfläche des Schienbeines, lebhafter dagegen an dem oberen [illegible] unter dem Knie, seltener an diesem und zuletzt nur leise in dem [illegible] Ein nur auf den Schenkelnerven ausgeübter Druck rief [illegible] hervor. Sie traten zuerst in der großen Zehe und bald [illegible] Zehen nebst der Nachbarschaft des Fußrückens auf. Sie zeigten [illegible] der Innenseite der Sohle, stärker in der Ferse, mäßig an der Innen[illegible] heftiger, aber später in der Wade, dann in der ganzen [illegible] dem Knie und endlich erst nach längerer Zeit am [illegible] Stumpfende. Der Hüftnerv rief in anderen Fällen [illegible]

[illegible]

Hohlfuß- und der Schenkelnerv in der Rückenfläche der großen Zehe hervor [1]). Schläft der Stumpf bei dem Sitzen ein, so wiederholen sich die täuschenden Gefühle, wie im Gesunden.

Mag auch die Absetzung des Gliedes vor vielen Jahren vorgenommen worden sein, so verrathen sich doch immer noch die Integritätsempfindungen unter den geeigneten Verhältnissen. Ein Mensch, dem 23 Jahre vorher der Oberschenkel amputirt worden, empfand sein fehlendes Glied noch eben so lebhaft, als kurze Zeit nach der Operation.

Manche Forscher, welche diese Empfindungen auf Erinnerungsvorstellungen zurückzuführen suchten, glaubten die Empfindungen der Amputirten den Traumvorstellungen der Blinden gleichstellen zu müssen. Menschen, die ihr Augenlicht in späteren Jahren verloren haben, träumen sich sehend. Sind dagegen ihre Augen ungefähr im 6ten Lebensjahre zu Grunde gegangen, so durchdringt nach Heermann das Bewußtsein der Blindheit alle ihre Traumvorstellungen, eine Erfahrung, die sich auch in der hiesigen Blindenanstalt im Allgemeinen bekräftigte. Sie wiederholt sich jedoch nicht für die Amputirten. Ein Individuum von 20 Jahren, das seinen rechten Vorderarm im 2ten Lebensjahre verloren hatte, integrirte vollständig. Die bald zu erwähnende Auffassungsweise von Menschen, die mit verstümmelten Extremitäten geboren worden, spricht ebenfalls gegen jene Uebereinstimmung.

Die Träume der Amputirten ändern sich nicht selten mit der Zeit, die seit der Verstümmelung verflossen ist. Ein Mensch, der seinen rechten Oberschenkel einige Monate vorher verloren hatte und sich der Krücken bediente, träumte sich vollständig und frei gehend. Ein anderer dagegen, der 12 Jahre vorher und zwar in seinem 9ten Lebensjahre am Oberschenkel amputirt worden, gab ausdrücklich an, daß er sich im Anfange vollkommen gesund träumte. Es kam ihm dagegen später vor, als hätte er zwei Beine, müßte sich aber eines ihm nicht klar gewordenen Nebenverhältnisses wegen der Krücken bedienen. Blinde können ähnliche Erscheinungen darbieten. Ein Mann, der in seinem 15ten Jahre das Augenlicht verloren hatte, träumte sich zwar sehend. Wenn sich aber seine Phantasie mit Dingen, die er im Wachen vornahm, z. B. mit Korbflechten beschäftigte, so tappte er auch im Traume mit den Händen, um nachzufühlen, ob er die gehörige Ründung getroffen habe.

Gewisse Erinnerungen an frühere Zustände können sich auch im Wachen geltend machen. Leute, deren Knie eines Gelenkleidens wegen vor der Amputation gekrümmt ward, fühlen später nicht selten ihr mangelndes Glied in der gleichen gebogenen Stellung. Finden sich heftige Schmerzen bei Witterungsveränderungen ein, so glauben sie diese in dem fehlenden Beine wahrzunehmen und beklagen sich darüber, daß ihnen die Absetzung des Gliedes keine Erleichterung verschafft habe.

Der sogenannte Kalender der Amputirten besteht darin, daß sich Schmerzen bei dem Wechsel der Witterung einstellen. Manche fühlen dann die fehlende Hand oder den mangelnden Fuß, den sie sonst nicht bemerken. Andere beziehen die schmerzhaften Empfindungen noch auf den Stumpf und zwar auf dessen Endstück oder von da gegen den Stumpf hinauf. Andere endlich haben Empfindungen in dem fehlenden Gliede und in dem Stumpfe zugleich. Diese Erscheinungen wechseln übrigens bisweilen in einem und demselben Menschen.

Man kann kaum bezweifeln, daß die Narbe und die in ihrer Nähe befindlichen Anschwellungen der verkürzten Nerven (Bd. I. S. 722.) diese Empfindungen ursprünglich erregen. Obgleich die Feinheit, mit der die Integritätsgefühle unter den gewöhnlichen Verhältnissen auftreten, von dem Auffassungsvermögen wesentlich abhängt, so scheint doch auch die Beschaffenheit des Endstückes des Stumpfes ihren Einfluß in dieser Hinsicht geltend zu machen. Man kann nämlich nicht selten bemerken, daß Menschen, welche die Integritätsgefühle fortwährend zu besitzen angeben, einen Stumpf darbieten, in dem das Knochenende angeschwollen oder die Narbenfläche breit und verzogen ist. Die Art, wie die Nervenknollen angewachsen oder durch die Muskeln verzerrt sind, dürfte hierbei von wesentlicher Bedeutung sein. Kitzelt man die Narbe oder drückt man einzelne der durch die Haut erkennbaren Nervenanschwellungen leise zusammen, so erhöht sich die Integritäts-

[1]) Rhone, a. a. O. pag. 13.

empfindung. Verdrückt man den Druck, so erzeugt
Es kann ferner nicht selten längs des fehlend

Man hat die Erscheinungen dadurch zu erk
einer gewissen verbundenen Gruppe die Ergän
den genannt: diese Empfindungen in gewissen gege
bringen. Dieses Verfahren könnte auch den
über einen solchen daß die scheinbaren Integrität
verschwindet der Stumpf. Eben so wenig lassen sich
nicht anwenden. Sie müßten dann einige Zeit
wieder nicht den höheren Gegenstand des Bewu

Man stützt das Ganze auf Nebenerwägunge
gewissen Nerven erleben mit der ihnen noch
Form mit dem Nervenreiz ab, ob, und wie sie d
und die Nerven verändert. Diese verschiedene Lag
Der Kranke habe bei der Empfindung, als N
verloren. Man darf wissen, daß Verletzungen der N
anzunehmen sind, wo sie die Nerven verletzen, ihre F
wohnen daß die entfernte Verletzung der Nerve
nicht in der Empfindung, daß die Knie gebogen
sich diese Stücke wirklich nicht abbä
scheinen, in Erfahrung gebracht werden, nur i
es die Anwendung dieser Gesichtspunkten spielen läßt
wenig bedeute.

Eine andere Erklärung dürfte eher genügen.
Nervenreizung gesetzt erkranken, so rührt diese v
die Nervenfasern, die in einem bestimmten Bezirke
neben Empfindungsnerven entsprechen. Es muß sic
anderen Körpertheile in den centralen Nervenfa
war auch nur Einer hinzukommen, so erhält sich
wie in der Anordnung der Nerven. Die entsprech
welchen Theile in der Centralverletzungen. Kommen
und Empfindungen hinzu, so wird das G
verändert sein. Stellt man eine Nadel von Ge
daß die eine die Finger und die Zehen in ruhigen
Nadel in weiterem. Die feinen tastenden Endli
an der Nähe der Nervenfasern. Alles dieses fehl
die empfindenden Theilchen, die von den Stumpfe a
Empfindungen des Gefühls verschieden, ohne da
mit. Der Arzt muß sich mehr oder minde
sie durch die Verschiedenheit der Verletzte und
der Heilung und der Nachlaß der Empfindung
Möglichkeit der Integrität geht aber in den Gefi

Auch Theorie scheint auch die scheinbaren Ve
Nervenfasern Centren gesetzt werden. Ein 19jähri
zum männlichen Manne. Er habe nur eine rechtes
seine Verletzung und mache Versuch statt der Finge
zu nehmen in die verschiedene Hand bringen. K
war der Verdacht, es könnten die Empfindungen
Ein Irrthum in der die vermeintliche Hand
Verstümmelte sei in die verletzte Arm sei eben je
Seite. Es sei in Folge einer Centralität beiseit
verschwunden. Ein 20jähriges Mädchen dagegen, das n
Hand stark als Integritätsgefühle in Abrede. E
Gefühle der Centralität mangelten, vervollständi
wurde nicht im Wachen noch im Traume. Da

1 Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 4. Aufl
Band II. S. 31

mit einer entsprechenden Unvollkommenheit der Centralwerkzeuge verbunden sein können oder nicht, so lassen sich die Verschiedenheiten, die hier auftreten, die Thatsache, daß die Integritätsgefühle das Gegenzeugniß der Sinne nicht Lügen strafen, eher begreifen.

Der schon §. 4125 angeführte Erklärungsversuch des Doppeltfühlens mit gekreuzten Fingern beruht auf denselben Vorstellungen. Er giebt auch einen Fingerzeig, weshalb ein Mensch, dem eine künstliche Nase aus der Stirnhaut gebildet worden, Hauteindrücke, welche jene treffen, auf diese bezieht, so lange die Verbindungsbrücke des umgeschlagenen Theiles noch nicht durchschnitten worden. Ist dieses geschehen, so fallen die Empfindungen im Anfange unbestimmter aus, bis sie endlich zuletzt richtiger gedeutet werden.

Wenn auch die oben erwähnte Annahme für die Tastverhältnisse und das Bewußtsein der vollführten Bewegungen genügen mag, so scheint sie doch nicht ohne Weiteres für alle Sinneswerkzeuge auszureichen. Wir können uns zwar auf diese Weise begreiflich machen, weshalb wir die seitliche Richtung des Schalles nach der größeren Erregung des einen Ohres beurtheilen. Die schon §. 3769 erwähnten Verhältnisse des Auges aber lassen sich auf diese Weise nicht so leicht erklären. Wenn wir die subjectiven Bilder nach den entgegengesetzten Seiten versetzen, wenn man hieraus auf eine organische Einrichtung, die das Aufrechtsehen erklärt, zurückschließt, so findet man andererseits, daß ein Mensch, der sich auf den Kopf gestellt hat, die Gegenstände dessenungeachtet richtig sieht. Es müßte daher hier das Bewußtsein der vorgenommenen Bewegung den Ausschlag geben und jede durch andere Verhältnisse mögliche Täuschung beseitigen, während die Tastwerkzeuge, vorzüglich in den Integritätsgefühlen des Amputirten gerade das Umgekehrte darbieten.

Diese Täuschungen der Tastempfindungen beziehen sich auf die dritte Dimension des Raumes, während sich die Berichtigung des Gesichtseindruckes auf die beiden anderen Dimensionen beschränkt. Es wäre möglich, daß dieser Unterschied auch für die Graphik des Bewußtseins von Bedeutung wäre. Kitzelt man die Narbe des Oberschenkelamputirten, so würden Centralwerkzeuge angeregt, die dem Bewußtsein auf das Nachdrücklichste einprägten, daß der Eindruck so fern wie möglich herkommt. Dieses würde daher auf die fehlenden Zehen bezogen, wenn auch die Sinne dagegen zeugten. Kehrte aber die gleiche Intensität für die Flächenverhältnisse der Netzhautbilder nicht wieder, so könnte das Bewußtsein der vorgenommenen Stellungsveränderung das Urtheil leichter berichtigen.

Vergleichen wir die einzelnen Bezirke der Tastwerkzeuge unter einander, so finden wir, daß sie vorzüglich die discontinuirlichen mechanischen Einflüsse verschieden beantworten. Ein anhaltender Druck wird von Allen so ziemlich gleichartig und nur quantitativ abweichend nach Maaßgabe der Empfänglichkeit aufgefaßt. Die nach kurzen Unterbrechungen sich wiederholenden leisen mechanischen Anregungen dagegen, die wir mit dem Namen des Kitzelns bezeichnen, gehen an vielen Hautstellen ruhiger vorüber, während sie an anderen Lachen und Gegenbewegungen und an noch anderen Wollustempfindungen erzeugen. Obgleich die Zungenspitze die feinste Tastempfänglichkeit hat, so nähert sie sich doch in dieser Hinsicht den gleichgültigeren Hautstellen und steht sogar wahrscheinlich den Hautoberflächen des weichen und der hinteren Hälfte des harten Gaumens nach. Die Wollustempfindungen, welche die Reibung der Scheidenschleimhaut bedingt, lehren übrigens, daß nicht nothwendig alle Schleimhäute die discontinuirlichen Eingriffe indifferenter aufnehmen. Die Gefühle des Hungers, des Durstes und zum Theil des Ekels bilden ebenfalls eigenthümliche Reihen von Auffassungen, die nur gewissen einzelnen Gruppen von Nervenfasern zukommen. 4643

Diese Mannigfaltigkeit der Empfindungen kann weder aus der Eigenthümlichkeit der peripherischen Gebilde, noch aus der der Nerven hinrei-

chend erklärt werden. So sehr auch die ersteren die Verschiedenheiten be-
stimmen helfen, so sehr vielleicht die auf dem Zwischenwege befindlichen
Nervenkörper einfließen mögen, so hat es doch die meiste Wahrscheinlich-
keit für sich, daß die Endursache in den Centralgebilden selbst, die ver-
schiedenartige Anregungen mit abweichenden Empfindungen beantworten
begründet ist. Wie der Sehnerv die Stöße der Farbenwellen oder der
Hörnerv die der Schallschwingungen nicht zählt, sondern unmittelbar in
bestimmte Eindrücke übersetzt, wie sich hierbei die mathematische Einfach-
heit oder Verwickelung der Werthe durch den Gleichklang der Octaven und
die Harmonie oder die Dissonanz verräth, so wiederholt sich vielleicht etwas
Aehnliches in den Centralwerkzeugen der Tastorgane, je nachdem sie an-
genehme, gleichgültige oder widrige Empfindungen hervorrufen.

4644 Wenn ein Eindruck eine Reihe neben einander liegender Nervenfasern
trifft, so scheinen die Natur des Sinneswerkzeuges und der ihm entspre-
chenden Centralorgane den Erfolg zu bestimmen. Die Schallwellen, die
bis zum Gehörlabyrinthe fortgepflanzt werden, berühren eine größere Menge
von Nervenfasern gleichzeitig oder kurz nach einander. Die Gehöremp[illegible]
verstärkt sich wahrscheinlich hierdurch. Etwas Aehnliches wiederholt sich
vermuthlich in den Geruchs- und den Geschmackswerkzeugen, sofern nicht
Tasteindrücke, die nebenbei auftreten, die Verschiedenheit der Oertlichkeit
klarer erkennen lassen. Wenn sich hingegen ein größeres Bild auf der
Netzhaut abspiegelt, so verstärkt sich hierdurch die Empfindung keineswegs.
Wir erfahren vielmehr, daß eine ausgedehntere Fläche von Licht berührt
wird. Die Tastwerkzeuge liefern ähnliche Belehrungen. Das Gesicht
und das Tastorgan arbeiten auf diese Art als Flächensinne, welche die
gegenseitigen Abstände der einzelnen Erregungen genauer schätzen können.

Man hat sich häufig vorgestellt, daß die einzelnen, neben einander
liegenden Nervenfasern der Haut auf räumlich verschiedene Art in den
Centralwerkzeugen endigen, örtlich gesonderte Gewebe derselben anregen
und so die Unterscheidung zweier abstehender Punkte möglich machen. Man
kann unmittelbar beweisen, daß die Tastwerkzeuge nie so fein fühlen, daß
jede isolirte Faser das Bewußtsein eines isolirten Eindruckes giebt. Es fragt
sich überdies ob nicht die gleiche Faser zwei Empfindungen liefern kann,
wenn sie an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes angeregt wird.

Da zwei verschiedene Punkte, welche die Haut betastet, zu einem Eindrucke bei einer
gewissen Minimalentfernung zusammenschmelzen, so hat man angenommen, daß dann
Abstand der beiden Erregungen kleiner sei, als die Distanz der verschiedenartigen Nerven-
fasern, welche die Empfindung vermitteln. Nun fühlt aber in dieser Hinsicht die Zun-
genspitze ungefähr 50 Mal so fein, als die Mitte der Rückenhaut (§. 4179). Es wür-
den daher die Nerven in jener 50 Mal näher zusammengedrängt liegen. Diese Ver-
gerung wird von der Anatomie nicht nur nicht unterstützt, sondern widerlegt. Sei
der oberflächliche Anblick lehrt, daß ein solches Mißverhältniß nicht Statt findet.
denkt man, daß die Minimalgröße 1 Mm. für die Zungenspitze und 65 bis 54 Mm.
für die Mitte der Rückenhaut beträgt (§. 4178.), so ergiebt sich, daß eine Menge neben
einander liegender Nervenfasern einen einfachen Eindruck an diesen beiden Orten
folglich auch in allen übrigen Hauttheilen hervorrufen. Die Einzelunterscheidung
Tastsinnes reicht daher nicht bis zu den Primitivfasern der Nervenendigung. Erst
Entfernungen werden getrennt wahrgenommen. Wir können aus daher vorstellen,

die nahe liegenden Fasern die Verschiedenheit nicht auffassen, weil dieselben oder sehr ungrenzende Bezirke der Centralwerkzeuge in ziemlich gleicher Weise angeregt worden.

Das Auge unterscheidet die Entfernungen ungefähr 300 Mal schärfer, als die Zunzenspitze (§. 4211.). Da nun die größere Schmalheit und die innigere Nachbarschaft der Nervenfasern der Netzhaut diesen Unterschied nicht decken, so wäre es hier schon eher möglich, daß zwei Punkte deshalb gesondert wahrgenommen werden, weil sie zwei verschiedene Nervenfaserstellen anregen. Eine bestimmte Entscheidung ist aber auch hier nicht möglich.

Wir wollen hier die Frage, ob die Netzhautbilder zunächst auf die anderen Gewebe und erst durch diese auf die Nervenfasern der Netzhaut wirken, bei Seite lassen und uns sogleich an die Elemente des Sehnerven wenden. Wir können die mittlere Breite der feinsten Primitivfasern zu 0,0030 Mm. anschlagen. Ich war im Stande, zwei geschwärzte Mikrometerstriche in dem günstigsten Sonnenlichte gesondert wahrzunehmen, wenn der Gesichtswinkel 48 Secunden und die wahrscheinliche Größe des Netzhautbildes 0,0032 Mm. betrug. Denken wir uns, daß ich beide Linien ohne eine Spur von Verrückung des Augapfels gleichzeitig auffaßte, so heißt dieses nichts Anderes, als daß ich von der einen Linie einen Punkt sah, der sich in der geradlinigten Verlängerung der Sehachse und einen zweiten, der sich daneben befand. Stellen wir uns hierbei vor, daß beide Punkte gerade in der Querachse des Verlaufes der Primitivfasern jener Gegend lagen, so ist hierdurch noch nicht bewiesen, daß die beiden Eindrücke durch eine Primitivfaser zu Stande kommen, daß sie möglich sind, wenn zwei verschiedene Anregungen zwei Punkte desselben Querschnittes der gleichen Primitivfaser treffen. Denn die Minimalgröße des Abstandes der Bilder fällt etwas beträchtlicher, als der Querdurchmesser der Primitivfaser aus.

Anders verhält sich die Sache, wenn wir die Frage auf den Längenverlauf der Primitivfasern beziehen, d. h. wenn wir untersuchten, ob die gleiche Faser, sobald sie an zwei longitudinal abstehenden Orten erregt wird, zwei Eindrücke hervorruft. Volkmann [1]) schloß aus einer einfachen Thatsache, daß dieses allerdings der Fall ist. Spannt man nämlich zwei Spinnwebefäden über einen kleinen Rahmen aus und bringt sie in die größtmögliche Entfernung, in der sie gesondert erkannt werden, so erhält sich diese Anschauung, man mag den Rahmen drehen wie man wolle. Es müssen natürlich hierbei gewisse Lagen auftreten, in denen die Bilder der beiden Punkte, von denen der eine in der Verlängerung der Sehachse liegt, auf zwei longitudinal entfernte Orte einer und derselben Faser fallen. Wir erhalten dessenungeachtet keinen einfachen Eindruck in irgend einer Stellungsweise.

Man kann diese Erscheinung als keinen ganz sicheren Beweis jener Vorstellung ansehen. Es frägt sich zunächst, ob wir nicht Abstand der beiden Linien, wenn wir sie auch nur mit einem Auge betrachten, mittelst einer kleinen Winkeldrehung desselben wahrnehmen, daß wir auf diese Art zuerst die Punkte der ersten und dann die der zweiten Linie in die Verlängerung der Sehachse bringen. Nehmen wir aber auch an, daß dieses nicht der Fall ist, so liegen die Nervenfasern der Netzhaut nicht in einer einfachen Ebene, sondern in mehreren hinter einander befindlichen Schichten einer concaven Ausbreitung. Es kann daher das deutlichste Bild des Punktes der einen Linie bei jeder Lage eine andere Faser, als das der zweiten berühren.

Da wir das Verhalten der Nervenfasern in dem Bereiche des gelben Flecken nicht genau kennen, so fußen alle näheren Erläuterungen der Art auf unsicheren Grundlagen. Man kann nur so viel annehmen, daß viele Bilder die Fasern der Netzhaut mitten in ihrem Verlaufe und nicht an ihren Enden treffen und daß die Thätigkeit des größten Theiles von ihnen unbeachtet verloren zu gehen pflegt.

Volkmann deutete zugleich diese Erscheinungen als eine Widerlegung des Gesetzes der peripherischen Uebertragung. Läge jene Norm der Nervenwirkung zum Grunde, so müßten zwei Eindrücke, welche einen gewissen Längeabstand derselben Faser träfen, an das peripherische Ende der Nervenfaser ohne Unterschied verlegt werden. Eine doppelte Empfindung war auf diese Art unmöglich. Nimmt man auch jene noch nicht bewiesene Thatsache als sicher an, so läßt sich der Einwurf, wie ich glaube, dennoch beseitigen.

Er legt zuvörderst dem Gesetze der peripherischen Wirkung eine Schärfe bei, die ihm nicht zukommt und ihm auch von keinem seiner Anhänger zugeschrieben worden. Jede

[1]) Volkmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 568.

Nervenfaser sollte hier frei endigen und die Empfindung auf diese Endigung übertragen werden. Wäre dieses der Fall, so müßten wir z. B. Tasteindrücke nur auf kleine punktförmige Bezirke bei der Discontinuität der Nervenfasern beziehen können. Dieses ist nicht der Fall. Wir versetzen vielmehr die Empfindung in einen entsprechenden mehr oder minder unbestimmten Bezirk der Gewebe, in denen die Nerven ihren Endigungen erreichen. Es bleibt hierbei selbst für das Auge ein gewisser Spielraum der räumlichen Deutung übrig. Gesetzt nun die von beiden Fäden ausgehenden Erregungswellen träfen die gleiche Faser an verschiedenen Punkten ihrer Länge, so muß der Eindruck des einen dem des anderen nachstehen, weil die Entfernung und die Beleuchtung abweichen, weil ein Stück Nervenmark zwischen den beiden Orten der Anregung liegt und der entferntere einen größeren physiologischen Leitungswiderstand, als der nähere zu überwinden hat. Diese Unterschiede der Stärke können schon zu einer Auffassung des Abstandes beitragen.

Es ist keine Frage, daß wir die vollendetere Beurtheilung der Raumverhältnisse nach und nach erlernen und daß sich in dieser Hinsicht vorzugsweise das Auge, das Ohr, der Tastsinn und die Bewegungswerkzeuge wechselseitig ergänzen. Das Bewußtsein der dritten Dimension wäre wahrscheinlich ohne das der nöthigen Muskelverkürzungen nicht möglich. Hieraus folgt aber noch nicht, daß nicht viele Oertlichkeitsauffassungen von der anatomischen Anordnung der Gewebe der Centraltheile abhangen. Wir erinnern an die Stelle, an der eine oder mehrere Nadeln die Haut berühren, an unserer ganzen Hautoberfläche, wir mögen den entsprechenden Bezirk sehen oder nicht. Die Genauigkeit, mit der wir den Ort eines oder die Entfernung zweier Eindrücke bestimmen, hängt nicht von der Belehrung, die wir erst durch die Erfahrung gewonnen haben, sondern von der anatomisch gegebenen Empfindlichkeit der einzelnen Tastwerkzeuge ab. Die trügerische Beurtheilung des Abstandes, je nachdem man von einer empfindlichen Hautgegend zu einer minder empfindlichen oder umgekehrt fortgeht (§. 4190.), zeigt ebenfalls, daß die veränderte Thätigkeit einzelner Bezirke der Centralwerkzeuge unser Urtheil über die räumliche Ausdehnung der Entfernung bestimmen kann. Die spätere Betrachtung der Eindrücke, die beide Augen zugleich liefern, wird das Gleiche erhärten.

4645 **Schnelligkeit der Wirkungen des centralen Nervensystems.** — Der gewöhnliche Sprachgebrauch pflegt die Schnelligkeit der Gedankenfolge mit dem Blitze oder der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des elektrischen Lichtes zu vergleichen. Eine nähere Betrachtung lehrt, diese Parallele für viele, wo nicht alle Fälle unrichtig ist.

Wenn sich die Veränderung, welche die empfindenden oder die bewegenden Nerven im Augenblicke ihrer Thätigkeit erleiden, eben so rasch, wie die Elektricität fortpflanzte, so würde natürlich ein unendlich kleiner Bruchtheil einer Secunde bei der Kürze des Weges und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektricität (Bd. I. S. 190.) ausreichen. Es fehlt uns an allen Erfahrungen, welche diesen Punkt irgend wie thatsächlich erledigen könnten. Man vermag dagegen indirect darzuthun, daß die Uebertragungen der Nerventhätigkeit in Bewegung oder Empfindung einen beträchtlichen längeren Zeitraum fodern, daß sich auch der Organismus viel mehr Zeit zu diesen Wirkungen nehmen kann, ohne deshalb immer noch an genügender Pünktlichkeit der Wirkung zu verlieren. Manche Uebertragungserscheinungen erfordern sogar so bedeutende Zeiträume, daß die Pausen schon der unmittelbarer Beobachtung auffallen.

Wenn ältere Forscher, wie Sauvages, die Schnelligkeit der Fortpflanzung der Nervenwirkung zu 32400 oder gar zu 57600000000 Fuß für die Secunde annahmen[1]

[1] Haller Elementa physiologiae. Tom. IV. Lausannae 1762. 4. p. 372 373

so beruhten diese Meinungen auf keinen irgend sicheren Grundlagen. Gesetzt eine Stubenfliege brauchte auch nur $^1/_{24}$ Tertien für eine Zusammenziehung ihrer Flügelmuskeln (§. 2658.) und wir schlagen den Weg der hierzu nöthigen Nervenleitung zu 5 Mm. an, so geben diese und die ihr entsprechende Uebersetzung in Muskelverkürzung nur eine Geschwindigkeit von ungefähr 40 Meter in der Secunde. Haller [1]) schloß aus ähnlicher Bestimmung, daß die Schnelligkeit im Menschen 150 Fuß betrage. Dem sei, wie ihm wolle, so kann von einem Vergleiche mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes oder gar der Elektricität nicht die Rede sein.

Was die Empfindungen betrifft, so könnte man auf den Gedanken kommen, die uns hier beschäftigende Frage auf folgende Weise zu lösen. Denken wir uns eine Scheibe, welche ein Uhrwerk eine gewisse Reihe von Malen in der Secunde herumdreht. Ein beweglicher Griffel zeichnete hierbei einen Kreis auf, sobald ihn eine Nebenvorrichtung gegen die Scheibe drückt. Der Drath, durch den diese geleitet wird, würde zuerst kalt oder warm angefaßt, so daß die Aufzeichnung beginnt und dann in die frühere Sperrlage zurückgebracht, sobald man den Eindruck empfindet. Es würde hierdurch ein Bruchstück eines Kreises aufgezeichnet, aus dem man die Zeitdauer bestimmen könnte. Abgesehen aber davon, daß man die Länge der Leitung der Nervenbahn nicht sicher angeben könnte, würden die in der Mechanik selbst bedingte Verzögerung, die Zeit, welche zur peripherischen Verarbeitung des Tasteindruckes nöthig ist und die Nachdauer der Sinnesempfindung zu große Werthe liefern. Man könnte daher höchstens die Minima der Zeit, welche ein isolirter Sinneseindruck nöthig hat, nicht aber die zur bloßen Fortleitung und Auffassung nöthige Zeitdauer bestimmen. Die Versuche, die man über die gesonderte Unterscheidung rasch folgender Sinneseindrücke angestellt hat, liefern aber auch schon manche Daten für jene erstere, minder wichtige Frage.

Legt man den Nagel an ein gedrehtes Zahnrad, so kann man noch 100 Einzelstöße in der Secunde wahrnehmen. Ein Eindruck fodert daher hier nur $^3/_5$ Tertien trotz aller verzögernden Nebenverhältnisse. Die für das Auge in dieser Hinsicht gültigen Zeitwerthe sind schon §. 3808 angeführt worden.

Wenn ein zwischen den Zähnen durchgegangener Bindfaden, der dem Ausgleiten nachfolgende Schreck oder andere ähnliche Ursachen ein Schauergefühl erzeugen, so folgt oft die Hautempfindung so spät nach, daß man die Zwischenzeit ohne weiteres bemerkt. Die Mechanik der Harn- und der Kothentleerung und einzelner Reflexerscheinungen bieten ebenfalls bedeutende Zeitpausen dar. Wir haben schon S. 491 gesehen, daß diese sich für die Eingeweide mit der Abnahme der Empfänglichkeit vergrößern.

Wechselseitige Bestimmung der einzelnen Bezirke des centralen Nervensystems. — Die in diesem angebrachte Claviatur fußt auf der anatomischen Anordnung und der gegenseitigen Erregungsfähigkeit einzelner Gewebtheile. Dieses zweite Bedingungsglied wechselt aber mit der Größe und wahrscheinlich auch mit der Art der Gleichgewichtsstörung, welche als erste Ursache der Veränderung thätig ist. Es hängt hiervon ab, ob eine Irradiation überhaupt zu Stande kommt, ob sie sich auf einen gewissen gleichartigen Wirkungskreis beschränkt oder noch andere Thätigkeiten nebenbei erregt, ob diejenigen Einheitsauffassungen, die wir dem Selbstbewußtsein zuschreiben, angeregt werden oder nicht. 4646

Die Sinneswerkzeuge sowohl als die Bewegungsorgane deuten darauf hin, daß häufig einzelne beschränkte Bezirke insofern bevorzugt sind, als ihre Veränderungen leichter oder kräftiger zum Bewußtsein gelangen oder von diesem aus eher beherrscht werden. Die öftere, in einer bestimmten Absicht eingeleitete Wiederholung, die wir Uebung nennen, kann hier Vieles vervollkommnen. Man ist jedoch nicht im Stande, diese Erklärung für alle hierher gehörende Verhältnisse durchzuführen. Einzelne von ihnen beruhen wahrscheinlich auf ursprünglich gegebenen organischen Bedingungen.

---

[1]) Haller, a. a. O. p. 273.

tet eben ein Hauptmerkmal unserer geistigen Verarbeitung überhaupt. Sie erkennt cht die einzelnen Glieder, sondern nur die Resultante, welche die gegenseitige Combina- on der verschiedenen Partialeinflüsse bedingt.

Wenn zwei vollkommen entsprechende Ergänzungsfarben den Eindruck der Farblo- keit in dem Stereoskope erzeugen (S. 223), so scheint dieses anzudeuten, daß die orga- sche Einrichtung, welche die Identität der Netzhautbezirke bedingt, eine gegenseitige sgleichung auf dem Wege der Wechselwirkung möglich macht, ungefähr wie ein zwei- miger Hebel immer im Gleichgewichte bleibt, wenn die statischen Momente (§. 2599.) eich ausfallen.

Wenn die Geistesregungen die Muskeln des Auges und des Antlitzes, mithin vor llem die Fasern der Augenmuskelnerven und des siebenten Hirnnerven zu eigenthümli- en Veränderungen zwingen, wenn einzelne Affecte das Herz und die Thätigkeit der themmuskeln vorzugsweise verändern, wenn die Aufregung des Geschlechtstriebes auf n Herzschlag bedeutend zurückwirkt, so können wir annehmen, daß hier gewisse orga- isch gegebene Wechselerregungen bestimmter Bezirke des centralen Nervensystems ein- reifen. Viele psychologische Erscheinungen der Ideenverbindung, der Erinnerung und lbst die Schlußfolgerungen auf dem Boden der Analogie lassen sich vielleicht auf ähn- che Grundanschauungen zurückführen. Man kann sich hiernach eher anschaulich machen, ie eine scheinbar unbedeutende Regelwidrigkeit der Verkettung zu irrigen Auffassungen führen vermag.

Die Kreuzungen, die wir in dem Bezirke des centralen Nervensystems antref- n, können nur zum Zwecke haben, gewisse Bedingungen, die an der anderen Seite nmöglich sind, herzustellen. Die zahlreichen Zwischenzüge von Fasern, denen wir so äufig begegnen, lassen vermuthen, daß sie Gegenwirkungen einzelner grauer Massen ein- iten werden, deren Gesammtresultat dann in einem einfachen geistigen Acte zu Tage ritt. Berücksichtigen wir die ungeheure Menge der Gewebeelemente, die in dem Ge- irn verflochten sind, bedenken wir, daß die Verkettung jedenfalls beträchtlicher aus- llt, als die bloße einfache Zuleitung der Fasern oder der Repräsentanten derselben fo- rn würde, erinnern wir uns nur, wie sehr die Art und die Richtung der Zwangsbewe- ungen von der Oertlichkeit der Verletzung des centralen Nervensystems abhängt, so dür- n wir mit Recht vermuthen, daß hier die großartigste Mechanik der regulirtesten Wech- lwirkungen gegeben ist. Was uns als einfache Empfindung oder als augenblicklicher Willensbefehl vorkommt, beruht wahrscheinlich auf einer verwickelten Reihe gegenseitiger rregungen, die rasch auf einander folgen, aber immer nur in gewissen gegebenen Com- inationen dahingehen.

Dieser Gedanke mag auch zur Entschuldigung dienen, wenn sich die naturwissenschaft- iche Physiologie mit der Erläuterung der Geistesthätigkeiten so wenig als möglich be- häftigt. Wir haben früher gesehen, daß es der Zweckmäßigkeit des Organismus ent- pricht, wenn wir das, was in unserem Nervensysteme vorgeht, in seinen Einzelheiten nicht rkennen, sondern es nur in seiner Gesammtheit als Empfindung, Wille oder Schluß auf- assen. Die Psychologie beschäftigt sich auch nur mit diesen Uebersetzungen, die für jetzt en Gegenstand naturgeschichtlicher Beschreibungen, nicht aber naturwissenschaftlicher Er- läuterungen bilden. Da der Schlüssel zur Erkenntniß der Veränderungen, welche die Nervengewebe erleiden, und ihrer Beziehungen zu dem, was wir Seele nennen, noch gänzlich mangelt, so fehlt auch jede Grundlage, von der aus das ganze Gebiet der Er- scheinungen auf wahrhaft physiologische Weise in Angriff genommen werden könnte.

Man ist bis jetzt nur im Stande, einige wenige Bedingungsglieder der wechselseiti- gen Bestimmung der Centralgebilde anzugeben. Wir sehen zuvörderst, daß die Möglich- keit einer großen Reihe von Wirkungen durch diejenigen Centraltheile, welche der Ein- trittsstelle der Nerven am Nächsten liegen, gegeben ist, daß es aber von dem Einfluß fern gelegener Abschnitte abhängt, welche Art von Erfolg zu Stande kommt. Hat ein nthaupteter Frosch die vordere Hälfte seines Rückenmarkes beibehalten, so pflegt er sich früher oder später mit gebogenen Hinterbeinen zurecht zu setzen, sobald das Rückenmark überhaupt eine gewisse Größe von Kraft wiedererlangt. Wurde dagegen die Vorder- hälfte des Rückenmarks gleichzeitig entfernt, so bleiben die Hinterfüße in der ihnen ange- wiesenen gestreckten Stellung ruhig liegen. Obgleich die Fasern der Beuger tiefer hinten n das Rückenmark eintreten, so wird doch ihr Uebergewicht durch gewisse Verhältnisse, ie in dem vorderen Theile des Rückenmarkes begründet sind, bedingt. Da die Zwangs-

bewegungen erst nach der halbseitigen Verletzung der vor dem Rückenmarke gelegenen Theile auftreten, so ergiebt sich auch hieraus, daß gewisse gesetzliche Rückwirkungen auf frühere Centralabschnitte durch die organischen Verhältnisse selbst bedingt werden. Es geht der von dem Willen abhängige Ruhebefehl nach gegebenen Normen verloren.

Es wäre möglich, daß die Länge der Bahn, welche die Anregung in den zuleitenden Primitivfasern durchlaufen muß, den Ausschlag selbst bisweilen bestimmen hilft. Vergleichen wir nämlich die §. 4427. angeführte Uebersicht der empfindlichen und der unempfindlichen Bezirke des großen und des kleinen Gehirns, so muß es auffallen, daß die Grenzen der Schmerzensempfänglichkeit in weißen markigen Theilen, wie den Groß- und Kleinhirnschenkeln und dem Markkörper des kleinen Gehirns liegen. Wir können der Analogie nach nicht annehmen, daß die Schmerzensempfindung hier entsteht. Wir haben früher gesehen, daß die Bedingungen des Schreiens und der Muskelbewegungen, welche den Schmerz der Thiere zu verrathen scheinen, in der Brücke und dem verlängerten Marke enthalten sind. Es ist im Ganzen nicht wahrscheinlich, daß die Schmerzhaftigkeit jener Markmassen nur davon herrührt, daß sie, wenn sie verletzt werden, die Brückengegend mechanisch zerren. Da endlich keine anatomische Thatsachen nachweisen, daß einzelne Gruppen von Markfasern an den Grenzscheiden der Empfindlichkeit endigen, da viele unzweifelhaft viel weiter gehen, so kann man wenigstens vorläufig vermuthen, daß die oberflächlichen Verletzungen der Halbkugeln des großen oder des kleinen Gehirns die Thiere weder zum Schreien, noch zu heftigen Gegenbewegungen zwingen, weil die durch die Verletzung angeregte Veränderung in keiner genügenden Weise bis zu jenen Gebilden des Mittelgehirns fortgeführt wird. Dieser Einfluß des physiologischen Leitungswiderstandes, den wir schon früher in den peripherischen Nerven ausführlicher kennen gelernt haben, übernimmt vielleicht auch eine wesentliche Rolle in den so abweichenden Erfolgen, welche die Willenseinflüsse begleiten.

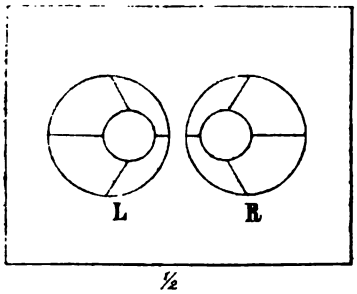
Die nähere Betrachtung der Schluckbewegungen der Speiseröhre führt endlich zu der Vermuthung, daß hier der geordnet fortschreitende Gang der Erregung nur dann möglich ist, wenn jedes einzelne Glied seine Aufgabe vollständig gelöst hat. Ist auch der eine der beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten worden, so können doch noch die Wellen längs der ganzen Speiseröhre hinabgleiten. Es reicht mithin die eine Seitenhälfte des verlängerten Markes zu dieser Wirkungsweise hin, gleich wie die Längstheilung desselben den übereinstimmenden Rhythmus der beiderseitigen Athemmuskeln nicht aufhebt und das ganze Herz durch elektrische Ströme, die nur eine Seitenhälfte des verlängerten Markes treffen, zum Stillstand gebracht wird. Ist dagegen eine irgend ausgedehnte Stelle der Speiseröhre örtlich unthätig gemacht worden, so bleiben die Wellen an diesem Unterbrechungsorte stehen, es mögen die beiden herumschweifenden Nerven oder nur einer von ihnen unversehrt geblieben sein.

4647 Die seitliche Verdoppelung vieler Körpertheile bildet, wie die Symmetrie überhaupt, einen Ausfluß der planmäßigen Ernährungs- und Entwickelungsverhältnisse, nach denen der Organismus hergestellt worden. Die Natur zieht nur aus ihr, wie immer, den größtmöglichen Nutzen für die Thätigkeiten, die das thierische Wesen vollführen soll. Man wird auch leicht finden, daß wir viele Wirkungen gar nicht, andere nur sehr unvollkommen zu Stande bringen könnten, wenn unsere Organe jener seitlichen Symmetrie entbehrt hätten. Diese bedingt es aber von vorn herein, daß sich viele Stücke des centralen Nervensystems an beiden Seiten wiederholen. Es frägt sich jedoch, ob nicht tiefere Gründe es bestimmen, wenn jene Art von Anordnung in dem centralen Nervensysteme weit verbreitet erscheint, ob nicht manche Fähigkeiten desselben darauf beruhen, daß verwandte, aber nicht ganz gleiche Spannungen zu beiden Seiten auftreten und so eine Gleichgewichtsstörung bedingen, die ein einfaches oder ein aus zwei vollkommen gleichen Theilen zusammengesetztes Organ nicht hervorrufen könnte.

Kein allgemeiner Zweckmäßigkeitsgrund kann die Verdoppelung des Auges, des Ohres, der Nasenhöhlen und der meisten Tastwerkzeuge erklären. Wer sich mit den übrigen Einrichtungen des Haushaltes der Natur vertrauter gemacht hat, wird die ältere Ansicht, nach der das Ganze eine bloße Sicherheitsmaßregel sei, damit z. B. das Sehen nach dem Verluste des einen Auges noch möglich bleibe, für ein Mißverständniß erklären. Wir finden vielmehr, daß jene Verdoppelung durch die Entwicklungsbedingungen gegeben ist. Die Natur benutzt sie zur Verbesserung der Sinneseindrücke. Sie muß aber hierbei zum Theil entgegengesetzte Wege einschlagen, indem sie z. B. jedem der doppelten Stücke der Tastwerkzeuge die Fähigkeit gesonderter Empfindungen verliehen hat, während sie die doppelten Eindrücke in den Gesichtswerkzeugen beseitigt und zu einer Einheitsauffassung verschmilzt. Eine genauere Betrachtung dieses Unterschiedes kann uns einige Vermuthungen über die hier durchgreifenden Vorgänge an die Hand geben.

Wir haben schon §. 3894 fgg. kennen gelernt, wie sich die Bilder beider Augen zu einer Einheitsanschauung verbinden. Gesetzt, *L* Fig. 365 sei die Zeichnung eines abgestutzten, mit seiner kleineren Endfläche zugewandten, in der Mitte vor uns befindlichen Drathkegels, wie er sich dem linken Auge zeigt und *R* wie er sich dem rechten Auge darstellt, so sehen wir einen mittleren körperlichen Drathkegel von beträchtlicher Länge und mit zugekehrter Abstumpfungsfläche, wenn jedes Auge das ihm entsprechende Bild aufnimmt und beide identische Netzhautbezirke berühren. Wäre aber die abgestutzte Fläche von uns abgewandt, so daß wir gleichsam in das Innere von der Basis aus hineinblicken, so würde die Zeichnung *R* dem linken und *L* dem rechten Auge entsprechen. Kehren wir nun die Versuchsbedingungen so um, daß das linke Auge in der That *R* und das rechte *L* an den passenden Stellen aufnimmt, so erblicken wir einen Drathkegel, dessen Spitze abgewandt ist und in dessen Inneres wir hineinzuschauen glauben.

Fig. 365.



½

Gerber fußte auf diesen Grundlagen, um ein einfaches Stereoskop (§. 3910.) herzustellen. Wir wollen die wesentlichste Einrichtung desselben kurz anführen, weil der Gebrauch dieses Apparates manche der zu erwähnenden Erscheinungen versinnlichen kann.

Ein Kästchen, wie es Fig. 366 in ⅙ der natürlichen Größe darstellt, besteht aus zwei wechselseitigen zusammenschiebbaren Hälften, damit der gegenseitige Abstand der Vorderwand *a* und der Hinterwand *b* nach Maaßgabe der Sehweite geregelt werden kann. Zwei Seitenfurchen, die entweder die Zeichnung oder den Spiegel aufnehmen, befinden sich dicht vor der Innenfläche der Vorderwand *a*. Die Hinterwand *b* hat einen passenden Nasenausschnitt, zwei Augenlöcher und eine Vorrichtung, mittelst der hier Zeichnungen oder eine mit Körpern versehene Tafel befestigt werden können.

Fig. 366.

Gesetzt, ich hätte nun die Fig. 366 abgebildete Zeichnung bei *a*, wie es Fig. 366 zeigt, angebracht, so daß *L* dem linken und *R* dem rechten Augenloche entspricht, so kann man eine einfache, nach vorn und hinten verrückbare, schwarze Verdeckungsplatte (bei *c*) an einer Stelle des Mittelraumes des Kästchens festschrauben. Man stellt sie so, daß das linke Auge nur *L* und das rechte nur *R* sieht. Fallen beide Bilder von selbst schon auf identische Netzhautbezirke oder ruft man dieses durch eine passende Augenconvergenz hervor, so bemerkt man einen einfachen körperlichen Drathkegel mit zugewandter Abstutzungsfläche.

Man nimmt hierauf die einfache Verdeckungsplatte *c* fort und setzt dafür die doppelte, welche in Figur 367 dargestellt ist, ein. Diese enthält zwei geschwärzte auf Stiften befestigte Scheiben, welche um ihre Längenachse beliebig gedreht wer-

Der Vorzug, den der passende Gebrauch beider Augen auf diese Weise gewährt, beschränkt sich aber nicht bloß auf die lebhaftere Erkenntniß der Körperlichkeit, sondern auch auf die Deutung der Stellung, die wir dem scheinbaren körperlichen Kegel unwillkührlich zuschreiben.

Zeichnet man sich zwei obere Figuren, deren Einheitsbild einen zugewandten und zwei untere, deren Einheitsbild einen abgewandten, abgestutzten Drathkegel unter den gleichen Verhältnissen darstellt, so gehen natürlich die schiefen Verbindungslinien in je einer oberen und unteren Figur, die für ein Auge bestimmt ist, in entgegengesetzten Richtungen dahin. Bringt man nun eine solche Zeichnung an der Innenwand des mit einer einfachen Verdeckungsplatte versehenen Stereoskopes (Fig. 365) an und betrachtet eine obere und eine untere Figur mit einem Auge, so stellen sich beide schwach körperlich unter den oben erwähnten Nebenbedingungen dar. Wir sind aber eher geneigt, beide so aufzufassen, als seien ihre abgestutzten Endflächen uns zugekehrt und als sähen wir z. B. den oberen Kegel mehr von der linken und den unteren mehr von der rechten Seite. Oeffnen wir das zweite Auge und erzeugen das Einheitsbild mittelst der nöthigen Convergenzbewegungen der Augäpfel, so erscheint uns sogleich der obere Kegel zugewandt und der untere abgewandt und ausgehöhlt. Dieser Unterschied erklärt sich ebenfalls aus der oben erwähnten Mechanik der Zusammentragung der beiden Bilder zu einer Einheitsauffassung.

Die Größe, in welcher der körperliche Kegel des Einheitsbildes erscheint, hängt von der Art und Weise, wie sich die Uebertragung in die mittleren Kreuzungspunkte der Richtungslinien gestaltet, ab. Bringen wir z. B. die Fig. 365 gegebene Zeichnung in das Stereoskop mit einfacher Verdeckungsplatte, so erscheint der zugewandte Kegel sehr lang und umfangreich. Der Kreis der Basalfläche ist beträchtlich größer, als der größere Kreis jeder der beiden Zeichnungen. Vertauschen wir nun die einfache Verdeckungsplatte mit der doppelten, während wir alles Andere unverändert lassen, so erhalten wir einen weit kleineren abgewandten Kegel. Eine Kegelzeichnung, bei welcher die einzelnen Linien anders geneigt sind, kann den gleichen Unterschied, aber in umgekehrter Weise liefern. Aehnliche Veränderungen der Größe kehren auch für die Würfel, die Octaeder, ie zugespitzten oder abgestumpften Pyramiden, die Rhombeododecaeder, die Pentagondodecaeder wieder.

Wenn man sich die beiden Mittelpunkte der kleineren Kreise Fig. 365 mit rother und die der größeren mit schwarzer Tinte bezeichnet, so findet man bei unbefangener Beobachtung einen rothen und zwei schwarze Punkte in dem Einheitsbilde, dieses mag einen zu- oder einen abgewandten abgestutzten Kegel darstellen. Die kleinere Kreisfläche erscheint auch etwas schärfer, als die größere. Untergeordnete Zeichnungsfehler geben sich an ihr in der Form scheinbarer Neigungen nachdrücklicher zu erkennen. Es verrathen sich die Grade der Empfänglichkeit, welche die einzelnen Stellen der Netzhaut je nach der Entfernung von dem hinteren Ende der Sehachse darbieten, in deutlichem Maaße.

Betrachtet man eine Doppelzeichnung, welche einen Doppelkegel von Drath darstellt, zuerst mit der einfachen und dann mit der zweifachen Verdeckungsplatte, so ereignet es sich in einem dieser beiden Fälle, daß der zugewandte Kegel gar keine Abstumpfungsfläche hat, daß die Linien, welche die Seitenwände bezeichnen, frei in der Luft endigen. Man sieht sie allerdings für Augenblicke in dieser Stellung. Das Urtheil verwirrt sich aber sehr leicht, so daß man häufig auch eben jene Linien in den anderen abgewandten Kegel zu verlegen versucht wird, oder daß sich die Anschauung des Ganzen unklarer darstellt. Betrachtet man die Zeichnungen unter den entgegengesetzten Verhältnissen, so daß die sichtbare Abstutzungsfläche dem Auge zugekehrt ist und die andere nicht vorhandene perspectivisch verdeckt wird, so ist das Urtheil bei Weitem sicherer.

Nehmen wir zwei Zeichnungen, welche zwar abgestutzte Kegel darstellen, in denen aber nur die beiden Kreise mit Linien angegeben, die Seitenwände dagegen durch schwarze Schatten und weiße Lichter ersetzt sind, und betrachten sie mit der einfachen und dann mit der doppelten Verdeckungsplatte, so ereignet es sich, daß sich z. B. der in dem letzteren Falle abgewandt und ausgehöhlt gesehene Kegel vollkommen körperlich darstellt, während das Bild im ersteren Falle ungenügend ausfällt. Man sieht hier oft keinen vollständigen Kegel, sondern die kleine Abstutzungsfläche erscheint vor der Grundfläche und wird von ihr durch einen Zwischenraum getrennt. Dieses bekräftigt von Neuem, daß hier zwei Momente zum Grunde liegen. Die geometrische Construction weist die Orte

im Raume an und das Urtheil verbindet das Ganze auf eine den einzelnen gleichen Raumpunkten entsprechende Weise.

Solche schattirte Figuren, in denen natürlich die untergeordneten Zeichnung zahlreicher auftreten und ganze Flächen gleichartiger ausfallen, lehren deutlich, wie sehr hier gewisse organisch gegebene Bedingungen den Ausgangspunkt und wie das Urtheil nur innerhalb bestimmter Grenzen berichtigend eingreifen kommt z. B. vor, daß eine geringe Veränderung der Convergenz hinreicht, um mer noch in seinen meisten Theilen einfach bleibende Einheitsbild flach aufzufassen oder die Lichter und die Schatten richtig oder unrichtig zu deuten. hier oft von der unerbittlichen geometrischen Construction und nicht von benen Wissen ab, ob wir eine der Flächen größer oder kleiner, gerade oder eben, ausgehöhlt oder erhaben erblicken.

Bedient man sich der Körper selbst, statt der Reliefzeichnungen, so kehrt cher Zwang wieder. Betrachte ich z. B. zwei abgestutzte Holzkegel, welche aufgestellt sind, mit der einfachen Verdeckungsplatte aus einer gewissen Entfernung, so erscheinen sowohl das Einheitsbild als das einfache Bild eines zelnen Auges in der dritten Dimension niedriger und gegen die abgewandte bauchiger. Vertausche ich die einfache Verdeckungsplatte mit der doppelten, Kegel länger und schmaler. Gebraucht man zwei congruente Drahtkegel und doppelte Verdeckungsplatte, so liegt das einfache Luftbild nicht in der Mitte den Drahtkegeln, sondern beträchtlich von ihnen entfernt und zwar an dem Ort wieder den Kreuzungsstellen entspricht. Man kann ein Messer hindurchführen, daß die Anschauung wesentlich gestört wird.

Bedenken wir, daß in allen diesen Fällen stereometrische Constructionen die wir nur mit vieler Mühe graphisch aufzeichnen können, daß untergeordnete derungen der Grundbedingungen einen Formenwechsel mit mathematischer Sicherheit sich ziehen, so ergiebt sich von selbst, daß es sich hierbei um etwas mehr handelt, als eine bloße ungefähre Berichtigung, die wir in Folge der durch den Tastsinn oder frühere Erfahrungen überhaupt gewonnener Kenntnisse vornehmen. Die nöthige vergenz der Augen, das Auftragen der Bilder auf bestimmte Netzhautstellen sind gewisse Grundlagen, die dann ohne Weiteres mit mathematischer Genauigkeit geführt werden.

Es ist noch völlig unbekannt, durch welche Mechanik jene stereometrische herbeigeführt wird. Sie setzt aber zwei Dinge voraus. 1) Es muß gewisse Netzhautbezirke in beiden Augen geben, die, wenn sie gleichartig angeregt werden einfachen, d. h. keinen räumlich unterscheidbaren Eindruck liefern, und 2) es Eindrücke selbst in bestimmten Richtungslinien, deren Verlauf von der Stellung Netzhaut und der anderen Nebenbedingungen abhängt, nach außen verlegt werden. bannt man diese beiden Vordersätze, so ergiebt sich die stereometrische Construction selbst. Denn wenn gleichsam das Bild eines gesehenen Punktes in einer gemeinsame dahingelegt ist, so ist der Kreuzungspunkt der beiden den identischen Stellen sprechenden Richtungslinien der einzige Ort, in dem keine Doppelbilder auftreten. Daß dann die Betrachtung zweier geeigneter perspectivischer Zeichnungen die dritten Dimensionen des Raumes nach sich zieht, kann man sich schon durch graphische Darstellung z. B. aus Fig. 302 S. 217 klar machen.

Man darf mit Recht annehmen, daß die richtige Auffassung der der dritten Dimension angehörenden Entfernungen nicht ursprünglich im Auge liegt, daß wir sie erst nach Gründen lernen und daß hierbei das Gefühl der nöthigen Anstrengung Dienste übernimmt. Berücksichtigen wir aber die eben erwähnten stereoskopischen Erfahrungen, so ergiebt sich, daß wir hier eine Feinheit des Urtheils unmittelbar gewinnen, deren Analyse einen hohen Grad von Nachsinnen erfordern würde. Es ist dieser Fall wahrscheinlich, wie mit vielen anderen Wirkungen des centralen Nervensystems. Die sogenannte Erfahrung weckt nur gelegentlich gewisse Fähigkeiten, die verhältnismäßig keiner Unterstützung bedürfen, damit sie vollkommen eintreten. [illegible] nur verändernd und dunkel aufgefaßte Erscheinungen des Gesichtssinnes [illegible] ebenfalls, wie wir uns bei den verschiedenen Bewegungen [illegible] Wir können in ähnlicher Art die organisch gegebene Nichtunterscheidung zweier [illegible] Netzhautbezirken entsprechen, anwenden, und so die ganze Praxis

Punkt erfolgende Construction als eine körperliche Anschauung auf ein Mal auffassen. Die Erfahrung schafft nichts Neues. Sie lehrt nur die vorhandenen Werkzeuge passend gebrauchen, ungefähr wie die Uebung die Finger eines Clavierspielers in den Stand setzt, sich ohne weiteres Nachdenken auf eine den Noten entsprechende Art zu bewegen.

Farbige Bilder weisen darauf hin, daß die Eindrücke beider Augen nicht ursprünglich verschmelzen, daß die zum Grunde liegenden Empfindungen nicht verloren gehen, sondern daß das Einfachsehen erst vermöge einer ferneren Combination zu Stande kommt. Macht man z. B. die eine der beiden Zeichnungen einer abgestutzten Pyramide blau und die andere gelb, und zwar auf eine den Schatten und Lichtern entsprechende Weise, so erscheint das seiner Form nach vollständige Einheitsbild nicht gleichförmig grün. Man findet entweder, daß einzelne Flächen blau, andere gelb aussehen, daß die Färbung eines und desselben Flächenstückes zwischen beiden Coloriten schwankt, oder daß man endlich die zweite Farbe hinter der ersten an einzelnen Orten hindurchsieht. Wir haben mit einem Worte den Wettstreit der beiden Augen für die Farben und die Einfachheit für die Gestalten. Ist nur eine der beiden Zeichnungen gefärbt, so leidet die Form des Einheitsbildes nicht im Geringsten. Es hängt aber von den Nebenverhältnissen ab, ob wir alle Flächen schwach gefärbt, einzelne gefärbt und andere ungefärbt sehen, oder ob eine Fläche, die kurz vorher weiß erschien, einen blassen Farbenhauch an manchen Stellen für den Augenblick annimmt.

Wir können uns hiernach vorstellen, daß das Centralwerkzeug jedes Auges für sich thätig ist. Fallen die Anregungen örtlich gleich aus, so verwechselt das Gehirn die Gleichheit mit der Einfachheit der Empfindung. Es verlegt diese daher in den Kreuzungspunkt der durch die übrigen Verhältnisse bestimmten Richtungslinien. Die Gleichheit der örtlichen Deutung schließt aber die Ungleichheit der Farbenerregung nicht aus. Es können daher die stereometrischen Raumbestimmungen zusammenfallen, während die Auffassung der Farben zwischen dem einen und dem anderen Auge schwankt.

Nimmt man eine gelbe und eine blaue Oblate, so glückt es allerdings bei geeigneter Farbenwahl, daß eine schmutzige grüne Farbe herauskommt: Der Mangel an perspectivischer Vertheilung der Farbenflächen begünstigt hier wahrscheinlich das Auftreten der Mischfarbe. Man kann sich schon an den gefärbten Figurenzeichnungen überzeugen, daß auch der Vorzug der Beleuchtung einen gewissen Einfluß auszuüben vermag.

Wenn die Natur die gesonderte Thätigkeit der beiden Augen auf diese Weise beseitigt und die Störung der Doppelbilder aufhebt, während der Tastsinn keine solche Einheitsverbindung der entsprechenden Seitenstücke kennt, so kann dieses allerdings von Grundunterschieden der Wechselbeziehungen zu dem Gehirn abhängen. Es wäre aber auch möglich, daß die beiden Seitenhälften der Centralwerkzeuge des Tastsinnes nicht vollkommen gleichartig gebaut sind, so daß zwei genau übereinstimmende Anregungen nie zu Stande kämen. Es ergiebt sich übrigens von selbst, daß die Tastwerkzeuge durch jene Unterscheidung der beiden seitlichen Hälften an Empfindungsoberfläche gewinnen und zur genaueren Erkenntniß der Flächenverhältnisse gelangen. Die Muskelbewegungen liefern dann leicht die dritte Dimension des Raumes.

Keine Thatsache der Sinnenphysiologie nöthigt zu dem Schlusse, daß die Centralgebilde zu einem unpaaren Mittelstücke wahrhaft verschmelzen. Erinnern wir uns des halbseitigen Kreuzungseinflusses, den die Entartung der Seh- und der Streifenhügel auf die Extremitäten des Menschen ausübt, des vorherrschend einseitigen Erfolges, der die Zwangsbewegungen bedingt, so fragt es sich, ob die Duplicität überhaupt in denjenigen Theilen des centralen Nervensystemes, welche sich auf die peripherischen Werkzeuge beziehen, je zu Grunde geht. Wir können sogar annehmen, daß die Einheitswirkungen vieler Hirngebilde darauf beruhen, daß die beiderseitigen Stücke keinen Unterschied der Erregung verrathen und daher als einfache Wirkung aufgefaßt werden.

Die Frage, ob wir nur einen Eindruck in einem gegebenen Augenblicke erkennen oder ob wir mehrere gleichzeitig wahrnehmen, schließt eine Unbestimmtheit in sich, die man wahrscheinlich nie wird beseitigen können. Es handelt sich nämlich hierbei um Zeitunterschiede, um Bruchtheile von Secunden, die sich in Erfahrungen, bei denen unser Bewußtsein selbst betheiligt ist, nicht deutlich verfolgen lassen. Wir müssen hier überdies zwi- 4648

schen mehreren Auffassungen eines oder verschiedener Sinne, zwische
nen, die wir bewußt aufnehmen und verarbeiten und denen, in w
dieses nicht stattfindet, unterscheiden.

4649 Sollen wir uns mannigfache Sinneseindrücke reflectirend verarb
so scheint sich unser Geist nur mit einem in einem gegebenen Auge
beschäftigen zu können. Ein und dasselbe Sinneswerkzeug bemerkt
gen, so viel sich beurtheilen läßt, eine Reihe verschiedener Empfind
welche differente Stellen seiner Nervenwerkzeuge anregen, gleich
Wenn mehrere Eindrücke abweichender Art einen und denselben
treffen, so hängt es von den Nebenverhältnissen ab, ob der eine de
deren unterdrückt, ob beide fast gleichzeitig wahrgenommen werden,
ob eine Mischempfindung zu Stande kommt.

Wir können zwar mehrere verschiedene Eindrücke gleicher oder ungleicher
demselben Augenblicke aufnehmen und sogar dunkel auffassen. Es ist aber nicht
lich, zwei zu gleicher Zeit auf ein Mal reflectirend zu verfolgen oder mit einem g
Nachdruck des Bewußtseins zu erkennen. Wenn z. B. die Spiegel des S. 726 e
ten Stereoskopes nicht unter dem den übrigen Verhältnissen entsprechenden Win
gestellt sind, so sieht man nicht bloß das mittlere Einheitsbild, sondern auch die
ihm zum Grunde liegenden Reliefzeichnungen. Man erkennt die Anwesenheit v
sen, wenn man auch jenem seine Aufmerksamkeit zuwendet. Man unterscheidet so
ungleichen Farben, wenn z. B. die eine Zeichnung blau und die andere gelb ist.
ist aber nicht im Stande, eine von ihnen genauer aufzufassen, so lange man di
merksamkeit auf den Einheitskegel wendet. Dieses rührt nicht etwa nur daher, d
erblickten Zeichnungen, welche dann als zweite Spiegelbilder auf nicht identische Ne
bezirke fallen, dem Gebiete des indirecten Sehens angehören. Denn eine willkü
Ablenkung der Aufmerksamkeit kann jedes einzelne von ihnen sogleich klarer machen
daß sich die Form des Einheitsbildes auffallend verändert. Diese Ausschließlichkeit de
merksamkeit bedingt, daß wir den verschiedenen Rhythmus von zwei Reihen verb
mäßig langsamer Stöße nicht gemeinschaftlich verfolgen, sondern nur höchstens eine
ihnen genau, sei es mittelst des Ohres oder des Tastsinnes, erkennen. Die Vertief
eine bestimmte Gedankenreihe, während der die äußeren Eindrücke unbeachtet vo
gehen, bildet wahrscheinlich nur einen anderen Ausdruck des gleichen Grundg
Wenn uns auch diese Einseitigkeit der reflectirenden Erkenntniß zwingt, eines nac
anderen vorzunehmen, so gewährt sie dafür den Vortheil, die Verwirrung, welc
Erregbarkeit der verschiedensten Punkte der mannigfachen Sinneswerkzeuge be
könnten, zu beseitigen.

Eine den Astronomen geläufige Erfahrung beruht wahrscheinlich auf denselben
hältnissen. Die mit dem Passageinstrument angestellten Bestimmungen des Durch
der Gestirne fußen auf den wechselseitigen Verbindungen von Gesichts- und Geh
drücken. Man horcht auf die in gleichen Zeitpausen sich wiederholenden Schlä
Pendeluhr. Tritt der Stern bei seiner scheinbaren Bewegung in die nächste Na
schaft des Mikrometerfadens, so merkt man sich den Ort, den er bei dem einen P
schlage zuletzt diesseit und bei dem nächsten jenseit des Fadens gestanden hat. Man
dann die mittlere Zeit, zu welcher sein Ort dem Faden genau entsprach. Wiederho
und derselbe Beobachter dieses Verfahren mehrere Male, so kann er Werthe erh
welche einander wechselseitig der Berechnung nach entsprechen. Wird dagegen die
suchung von mehreren gleichzeitig vorgenommen, so zeigen sich Unterschiede, die be
geübten Forschern auf $\frac{1}{5}$ und bei minder geübten selbst auf eine ganze Secunde s

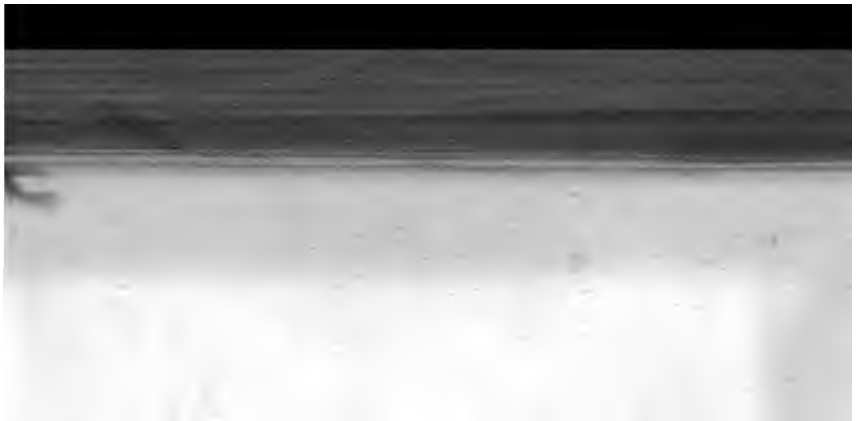
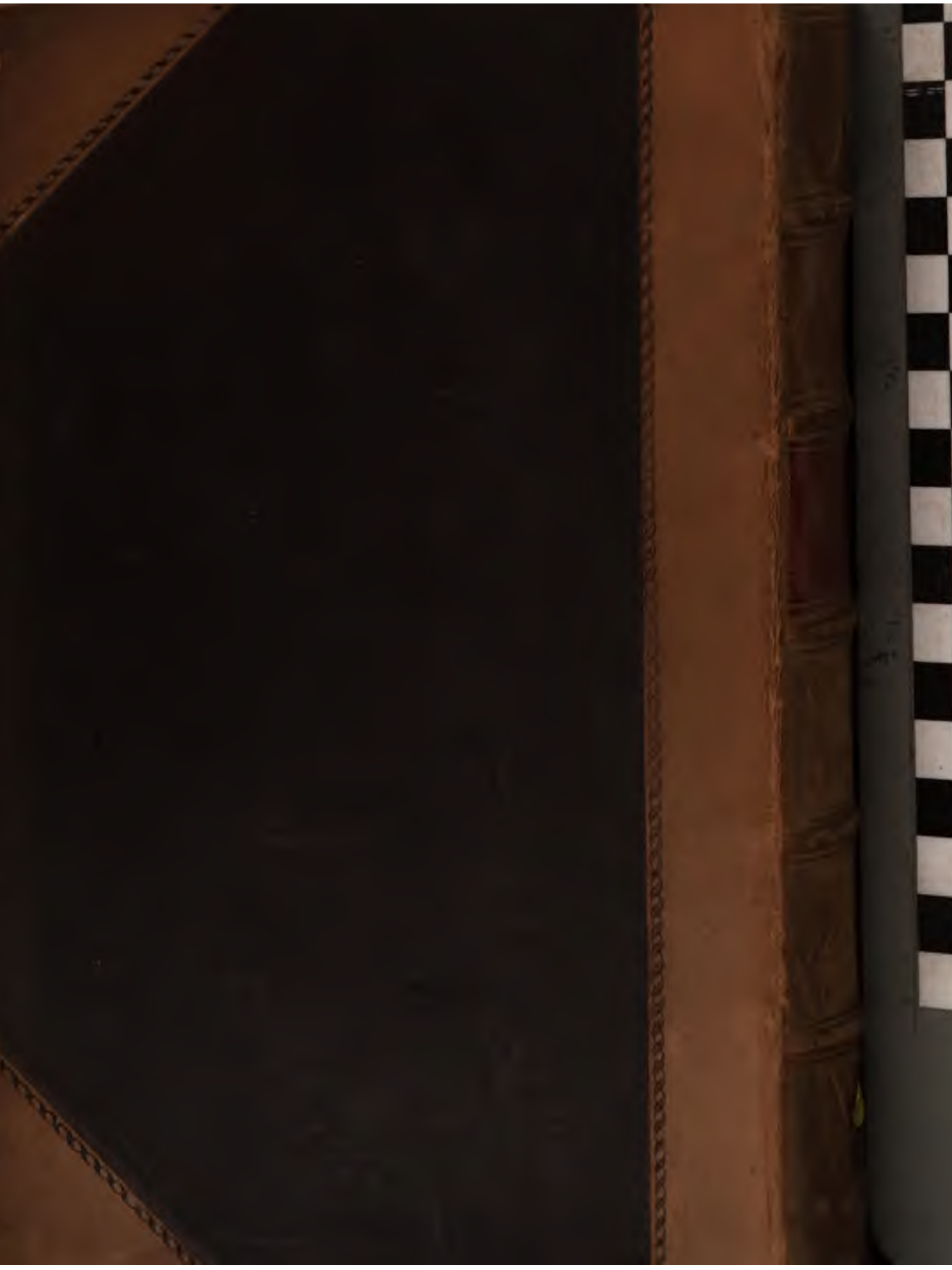
Man nahm an, daß die Geschwindigkeiten, mit denen sich die verschiedenen S
eindrücke dem Bewußtsein mittheilen, in einem und demselben Menschen unter ein
und in verschiedenen Personen absolut abweichen. So wahrscheinlich auch solche U
schiede sein mögen, so wenig können vermuthlich so beträchtliche Zeitdifferenzen, a
oben angeführten, aus ihnen allein hervorgehen. Wir werden aber diese eher beg
wenn wir den Grundsatz der Einseitigkeit der reflectirten Auffassung zum Grunde

Der Mensch hört den bestimmten Pendelschlag. Er schätzt dann nicht gleichzeitig, wie weit sich der Stern von dem Mikrometerfaden befindet. Diese zweite genaue Auffassung und die sich daran knüpfende Reflexion erfolgt erst einen gewissen, nach Verschiedenheit der Personen beträchtlicher wechselnden Zeitraum später. Es treten daher auch merkliche Zeitunterschiede in verschiedenen Menschen hervor.

Manche unmittelbare Erfahrungen lassen es unentschieden, ob die mannigfachen Empfindungen gleichzeitig oder kurz nach einander aufgefaßt werden. Einzelne Gehöreindrücke müssen z. B. hiezher gerechnet werden. Wenn wir den Grundton und die Octave anschlagen, so hören wir zwei Töne aus der Gleichartigkeit heraus. Ein gutes musikalisches Ohr unterscheidet die einzelnen Töne innerhalb des Accordes.

Berühren wir einen sehr kalten oder einen sehr warmen Körper, so pflegt die thermische Empfindung dem mechanischen Tasteindrucke voranzugehen. Weicht die Temperatur der befühlten Masse von der der Tastoberfläche nicht wesentlich ab, so zeigt sich eher das Umgekehrte. Der stärkere Eindruck scheint sich früher geltend zu machen. Die Helligkeit wirkt auch in ähnlicher Weise für den Wettstreit beider Augen.

Suchte Volkmann [1]) verschiedene Farben zweier Bilder, von denen das eine scharf und das zweite in Zerstreuungskreisen gesehen wurde, auf denselben Bezirk der Netzhaut zu bringen, so entstand keine Mischung. Er sah die eine Farbe gleichsam durch die andere hindurch. Harleß [2]) schließt aus Versuchen, die er mit verschieden gefärbten halben Drehscheiben anstellte, daß eine Mischung allerdings unter möglichst gleichen Verhältnissen zu Stande kommt.

---

[1]) Volkmann, in Müller's Archiv. 1838. S. 374.
[2]) E. Harless, Physiologische Beobachtung und Experiment. Nürnberg 1848. 8. Seite 46. 47.